

PCT

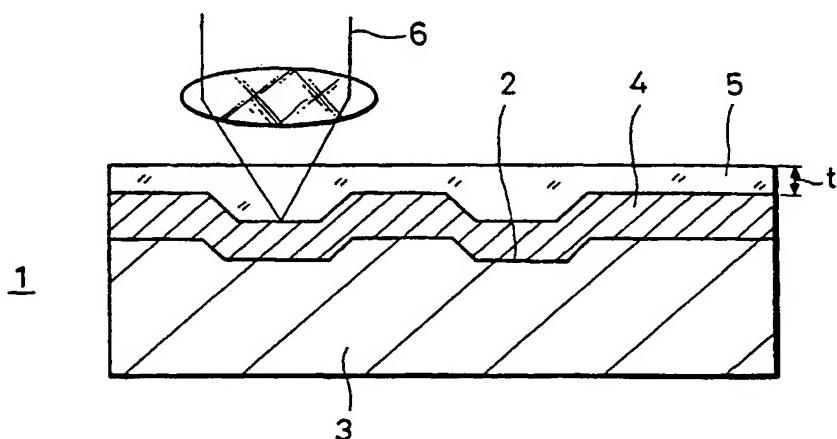
世界知的所有権機関
国際事務局
特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類7 G11B 7/24, 7/26	A1	(11) 国際公開番号 WO00/65584
		(43) 国際公開日 2000年11月2日(02.11.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/02708		(81) 指定国 AU, BR, CA, CN, ID, JP, KR, MX, SG, US, 欧州 特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)
(22) 国際出願日 2000年4月25日(25.04.00)		
(30) 優先権データ 特願平11/117706 1999年4月26日(26.04.99) JP		添付公開書類 国際調査報告書
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) ソニー株式会社(SONY CORPORATION)[JP/JP] 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo, (JP)		
(72) 発明者; および		
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 武田 実(TAKEDA, Minoru)[JP/JP] 古木基裕(FURUKI, Motohiro)[JP/JP] 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo, (JP)		
(74) 代理人 弁理士 松隈秀盛(MATSUKUMA, Hidemori) 〒160-0023 東京都新宿区西新宿1丁目8番1号 新宿ビル Tokyo, (JP)		

(54) Title: OPTICAL DISK AND METHOD OF MANUFACTURE THEREOF

(54) 発明の名称 光ディスクおよびその製造方法



(57) Abstract

A high-capacity optical disk, such as of 15 GB or greater, is provided. The optical disk comprises an optical disk substrate (3) on which lines of pits (2) corresponding to the record signals are formed; a reflective coating (4) covering the surface of the optical disk substrate (3) where lines of pits (2) are formed; and a transparent layer (5) formed on the reflective coating (4). For reading or reproduction, a laser beam of 350- to 420-nm wavelength is emitted through the transparent layer (5) on the surface to read the signals recorded as lines of pits. The pits are of 80 nm to 250 nm in length and width as viewed from the transparent layer side where the laser beam for reproduction is incident. The thickness of the reflective coating is less than 20 nm, for example, 8 nm or more.

例えば15GBにおよぶ、あるいはこれ以上の高記録容量化を図ることができる光ディスクおよびその製造方法であって、記録信号に応じたピット列が形成された光ディスク基板3と、この光ディスク基板3のピット列2が形成された面に成膜された反射膜4と、この反射膜4上に形成された光透過層5を具備して成り、その記録の読み出し、すなわち再生は、そのピット列として記録された信号を表面の光透過層5側から、波長350nm～420nmという短波長のレーザー光を照射して読み出す構成とする。

また、この光ディスクにあって、その再生レーザー光が照射される光透過層側からみたピット列が、80nm～250nmの長さおよび幅を有するピットを含み、反射膜の厚さは20nm以下、例えば8nm以上とする。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AG アンティグア・バーブーダ	DZ アルジェリア	LC セントルシア	SD スーダン
AL アルバニア	EE エストニア	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AM アルメニア	ES スペイン	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AT オーストリア	FI フィンランド	LR リベリア	SI スロヴェニア
AU オーストラリア	FR フランス	LS レソト	SK スロヴァキア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LT リトアニア	SL シエラ・レオネ
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BB バルバドス	GD グレナダ	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BE ベルギー	GE グルジア	MA モロッコ	TD チャード
BF ブルキナ・ファン	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴー
BG ブルガリア	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BJ ベナン	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BR ブラジル	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR トルコ
BY ベラルーシ	GW ギニア・ビサオ	共和国	TT トリニダッド・トバゴ
CA カナダ	HR クロアチア	ML マリ	TZ タンザニア
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	MN モンゴル	UA ウクライナ
CG コンゴー	ID インドネシア	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CH スイス	IE アイルランド	MW マラウイ	US 米国
CI コートジボアール	IL イスラエル	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CM カメルーン	IN インド	MZ モザンビーク	VN ベトナム
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジエール	YU ユーロースラヴィア
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	ZA 南アフリカ共和国
CU キューバ	JP 日本	NO ノールウェー	ZW ジンバブエ
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	
CZ チェコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK デンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

明細書
光ディスクおよびその製造方法

技術分野

本発明は、高記録密度化が図られる光ディスクおよびその製造方法に関する。5

背景技術

従来の光ディスク、例えばD V D (Digital Versatile Disc)は図6にその概略断面図を示すように、ピット列が形成された信号記録部100を有する光透過性のディスク基板101上に、厚さ数十nm例えば厚さ50nmの膜厚の反射膜102が形成され、その表面に例えば厚さ10μm程度の有機材料による保護層103が、被着形成されて成る。

このD V Dからの信号の読み出しは、光透過性のディスク基板101側から対物レンズ104を通じて、再生レーザー光105の照射がなされて、その戻り光によって信号記録部100のピットの検出、すなわち記録データが読み出される。15

通常の、D V Dの場合、ディスク基板は、厚さ0.6mmであり、このディスク基板101を透過して信号再生がなされるため、再生ピックアップの対物レンズの開口数N. A. は、0.6程度に制約される。20

ところで、再生光スポットのサイズは、再生用レーザー105の波長 λ と、対物レンズ104のN. A. の比、 $\lambda / N. A.$ に比例する。従来通常のD V Dにおいては、再生波長が650nm、N. A. が0.6であって、ディスク片面の記録容量は、4.25 7GBである。

いま、仮に例えば波長 λ が400nmの再生用レーザー光を用いて、対物レンズN. A. が0.85の開口数N. A. の対物レ

ンズによって再生を行う光ディスクを想定すると、この光ディスクの記録容量は、上述した従来の D V D から単純に比例計算すれば、その記録容量は、片面で 2 5 G B になる。

しかしながら、これは、再生用ピックアップの特性についてのみ考慮したものであって、実際には、光ディスクのピットサイズの微細化および高精度化が伴わなければならない。

通常の光ディスクの製造方法は、図 7 に示すように、まず、直径約 2 0 0 m m 、厚さ数 m m の、表面が精密研磨されたガラス円盤 1 0 6 上に、レーザーカッティング装置の記録用レーザー光源 1 0 7 の波長に充分感度を有するフォトレジストが膜厚約 0 . 1 μ m に均一にスピンドルコートされたフォトレジスト層 1 0 7 を形成する。

このフォトレジスト層 1 0 7 に対して、露光処理を行う。この露光は、例えば K r レーザーによる記録用レーザー光源 1 0 8 からの 4 1 3 n m のレーザー光 1 0 9 を、音響光学変調器、すなわち A O M (Acausto-Optic Modulator) 1 1 0 によって記録信号に応じてオン・オフ変調し、エキスパンダー 1 1 1 および対物レンズ 1 1 2 を通じてフォトレジスト層 1 0 7 上に集光照射し、このレーザー光スポットをフォトレジスト層 1 0 7 に対してスパイラル状に走査し、ピットやグループの潜像を形成するパターン露光を行う。

その後、このフォトレジスト層 1 0 7 を、アルカリ現像液によって現像することによって露光された部分を溶解し、図 8 に示すように、円盤 1 0 6 上にフォトレジスト層 1 0 7 にピットやグループが形成された凹凸パターン 1 2 0 が形成た原盤 1 2 1 が形成される。

そして、この原盤 1 2 1 の凹凸パターン 1 2 0 上に、図 8 に示すように、これを埋込むように、ニッケル (N i) を無電解メッ

キおよび電気メッキを順次行って厚さ $3\text{ }0\text{ }0\text{ }\mu\text{m}$ 程度の金属層1
12を被着形成する。その後、この金属層122を、原盤121
より剥離してこの剥離された金属層122によって、原盤121
の凹凸パターン120が反転した凹凸パターンを有するスタンパ
ー123を得る。

このスタンパー123を、例えば射出成型金型内に配置して、
射出成型を行って、図9に示すように、ポリカーボネート(PC)
等より成る光ディスク基板101を作製する。

この光ディスク基板101には、スタンパー120の凹凸パタ
ーンが転写されたすなわち原盤の凹凸パターンに対応するピット
、グループが形成され、図6の信号記録部100が形成される。

この光ディスク基板101の、信号記録部100が形成された
面に、図9に示すように、例えばアルミニウム(A1)ターゲッ
ト124を用いてスパッタリングを行って、図6で示した反射膜
102を形成し、更に、この上に、保護膜103を形成する。

この保護膜103は、反射膜102上に通常紫外線硬化樹脂を
スピンドル法により均一な膜厚となるように塗布した後、これ
に紫外線を照射して硬化させて形成する。

ここで、対物レンズ112の開口数は、約0.9程度が通常の
限界であるため、このようにして、波長413nmのレーザー光
によるパターン露光によって原盤作製を行って得た光ディスクには、最短ピット長0.4μmおよびトラックピッチ0.74μm
のピット列が形成される。尚、ピットの幅、すなわちディスクの
半径方向の長さは、トラックピッチの半分の0.35μm程度で
ある。

このように、ピットサイズの微細化および高精度化の制約によ
って、従前における波長413nmのレーザー光によるパターン
露光によって、例えば15GB以上、なかんずく25GBの記録

容量を得る光ディスクを構成する程度のピットサイズの微細化および高精度化が図られない。

発明の開示

5 本発明は、高密度記録、前述した例えは 15 GB におよぶ、あるいはこれ以上の例えは 25 GB の高記録容量化を図ることができる光ディスクおよびその製造方法を提供するものである。

10 本発明による光ディスクにおいては、記録信号に応じたピット列が形成された光ディスク基板と、この光ディスク基板のピット列が形成された面に成膜された反射膜と、この反射膜上に形成された光透過層とを具備して成る。

15 そして、この光ディスクにあって、その記録の読み出し、すなわち再生は、そのピット列として記録された信号を表面の光透過層側から、波長 350 nm ~ 420 nm という短波長のレーザー光を照射して読み出す構成とする。

また、この光ディスクにあって、その再生レーザー光が照射される光透過層側からみたピット列が、80 nm ~ 250 nm の長さおよび幅を有するピットを含み、反射膜の厚さは 20 nm 以下、例えは 8 nm 以上とする。

20 そして、本発明による光ディスクの製造方法は、上述した本発明による光ディスクを作製する製造方法にあって、波長 200 nm ~ 370 nm のレーザー光を記録信号に応じて露光してピット列を形成する光ディスク製造用原盤の作製工程と、この原盤のピット列を転写して長さおよび幅が共に 80 nm ~ 250 nm のピットを含むピット列が形成された光ディスク基板を作製する工程と、この光ディスク基板のピット列が形成された面に膜厚 20 nm 以下の反射膜を成膜する工程を経て光ディスクを作製する。

図面の簡単な説明

図 1 は本発明による光ディスクの一例の概略断面図である。

図 2 は本発明による光ディスクのピットの拡大断面図である。

図 3 は A 1 反射膜の膜厚をパラメータとする再生信号のボトム
5 ジッター値を示す図である。

図 4 はレーザーカッティング装置の一例の構成図である。

図 5 はレーザーカッティング装置の一例のオートフォーカス光学系を示す光路図である。

図 6 は従来の光ディスクの断面図である。

10 図 7 は従来の光ディスク製造用原盤作製のレーザーカッティング装置の構成図である。

図 8 は光ディスク製造用原盤からのスタンパー作製状態の説明
図である。

図 9 光ディスクの製造方法の説明図である。

15

発明を実施する最良の形態

図 1 にその一例の概略断面図を示すように、本発明による光ディスク 1 は、記録信号に応じたピット 2 を有するピット列が形成された厚さ例えば 1. 1 mm の光ディスク基板 3 と、この光ディスク基板 3 のピット 2 が形成された面に成膜された反射膜 4 と、この反射膜 4 上に形成された光透過層 5 とを有して成る。
20

そして、この光ディスク 1 にあって、その記録の読み出し、すなわち再生は、そのピット列として記録された信号を表面の光透過層 5 側から、波長 350 nm ~ 420 nm という短波長のレーザー光 6 を照射して読み出す構成とする。
25

また、この光ディスクにあって、その再生レーザー光が照射される光透過層 5 側からみたピット列が、80 nm ~ 250 nm の長さおよび幅を有するピット 2 を含み、反射膜 4 は、アルミニウ

ム (A I) 、銀 (A g) 、金 (A u) のうちの 1 種以上の材料、または 2 種以上の合金材料によって形成され、その厚さは 20 nm 以下、例えば 8 nm 以上とし、その反射率は 15 % 以上とする。

5 光透過層 5 の厚さ t は、 $10 \mu m \sim 177 \mu m$ 例えば $100 \mu m$ ($0.1 mm$) とすることによって、再生レーザー光として、短波長例えば波長 $350 nm \sim 420 nm$ の例えば GaN 系レーザーによる青紫レーザー光を用い、対物レンズの開口数 N. A. を、高開口数の例えば 0.85 とするピックアップにおいて、ディスクの傾きの許容、すなわちいわゆるスキューマージンを確保することができる。

10 言い換えれば、本発明による光ディスクによれば、従来におけるように、その厚さが例えば $0.6 mm$ という厚い光ディスク基板側からの再生レーザー光照射によるものではなく、これより格段に薄い例えば $0.1 mm$ という光透過層 5 側からの再生レーザー光照射による光ディスク構成としたことによって、開口数 N. A. が例えば 0.85 の対物レンズの使用が可能となり、レーザースポットの縮小化、ひいては高密度化が図られるものである。

15 ところで、上述したように、ピットの微細化がなされると、従来通常におけると同様の反射膜の形成を行うと、良質な信号再生ができない。

20 これは、例えば最短ピット長 $220 nm$ 、トラックピッチ $410 nm$ の EFM (Eight to Fourteen Modularation) 信号で記録され、ディスクの片面記録容量 $15 GB$ 程度のピット列とした場合において、従来の例えば $30 nm$ 程度の A I 反射膜を成膜すると、ピット内部がこの反射膜の厚さ分だけ埋め込まれることによって、光透過層 5 側からみたピットサイズを上述した目的のサイズに設定することができない。

例えば図2に示すように、光ディスク基板3のピット2が形成される正面3aに対し、角度θのテーパを持った断面形状になっており、反射膜5が例えばスパッタリングによってピット2の壁面、底面および正面に均等な厚さTに成膜されている場合、反射膜4の膜厚T、ピット底面の長さAによる、反射膜4の形成後のピットの再生レーザー光の照射がなされる光透過層5側からみたピットの実効的長さBは、

$$B = A - 2 \cdot T \cdot \tan(\theta/2)$$

となる。

テーパ角θは、通常約40°～80°の範囲となる。また、ピット底面の長さAは、テーパ角θにより最短ピットではかなり小さくなってしまっており、例えばピットの深さを90nm、θを60°とすると、トラック方向で120nm、ディスクの半径方向で100nm程度である。

したがって、反射膜が30nm以上では、実効的ピットサイズBの値は、トラック方向で85nm、ディスクの半径方向で65nmと、上述した適正なピットサイズに約1/3程度に減少してしまう。

一方、最短ピット長の約3.7倍の長さを有する最長ピットでも同様のピット縮小効果が生じるが、トラック方向のピット長の縮小率は、適正なピット長に対して約75%である。このようなピット長の適正サイズからのずれ、最短、最長ピット長のアンバランスが生じると、再生信号はその影響を受け、ジッターが大きく劣化してしまう。

これに対し、上述した本発明による光ディスクにおいては、その反射膜4の厚さを、20nm以下とすることによってジッターの劣化を回避できるものである。

すなわち、本発明による光ディスクは、信号ピット上に形成し

た反射膜 4 側から、再生レーザー光を照射して記録データの再生を行うに 250 nm 以下の微小サイズのピットのピット列の形成を反射膜 4 によって埋め込まれて、再生信号の劣化が発生することが回避されるようにしたものである。

5 図 3 は、実際の 15 GB 密度相当の EFM 信号ピット列を形成した光ディスクにおいて、その A1 反射膜厚をパラメータとして、それぞれ 15 nm, 20 nm, 30 nm とした場合の再生信号のボトムジッター値を測定したものである。

10 この場合の、光ディスクの構造は、光透過層 5 側からレーザー光を照射して信号の読み取りを行った場合であり、光透過層 5 の膜厚は 100 μm とした。この場合、再生光学系は、波長 532 nm とするものの、N. A は 0.94 とした場合である。また、図 3 の横軸は、再生信号アシンメトリーで縦軸がジッター値である。

15 図 3 から明らかなように、A1 反射膜の膜厚が従来の 30 nm では、ボトムジッター値が 10 % 近くまで増加して信号品質としては不十分であるが、膜厚を 20 nm 以下とすることによって 8 % 近くに、また 15 nm まで減少させると 6 % 台の良好なジッター値が達成される。

20 しかしながら、最短ピットの反射膜による埋め込みを防ぐために、単純にその膜厚を薄くして行くと光ディスク基板 3 の反射率が低下することから、再生信号の S/N 比が劣化する。このことから 8 nm 以上の膜厚とすることが好ましい。

25 表 1 は A1 反射膜の膜厚に対する読み取り用レーザー（波長 407 nm）の A1 反射面での反射率の依存性を示すものである。

表 1

A 1 反射膜 膜厚 (nm)	4 0	3 0	2 0	1 5	8	5
反射率 (%)	8 8	8 2	6 7	4 3	1 5	8

5

上述したとことから、膜厚が 8 nm ~ 20 nm、反射率が 15 %以上とする構成で、15 GB 以上の高記録容量の光ディスクにおいて、良好な品質の再生信号を得ることができることが分かる。

10 また、本発明による光ディスクの反射膜 4 は、広範に利用されている A 1 の他、上述したように、薄い膜厚で高い反射率が得られる金属の Au (金) や Ag (銀) 等の金属材料、あるいはこれらの 2 種以上の合金材料、またはこれら各材料に Ti (チタン) 等を添加した金属 (合金) 材料によって構成することができる。

15 また、本発明による光ディスクは、反射膜 4 と光透過層 5との間に、例えば、GeSb, Te 等による相変化膜等の信号記録膜を形成して、データの、いわゆる反復記録可能型の光ディスクを構成することができる。

20 更に、本発明による光ディスクは、反射膜 4 と信号記録膜とを双方共に、または、本発明に信号記録膜のみを 2 層以上形成して、いわゆる多層構造の光ディスクとすることもできる。

25 例えば、それぞれピット列を有する信号記録膜を、所要の反射率を有する反射膜を介して積層した構造とすることにより、再生時にそれぞれの信号記録膜に対して再生レーザー光をフォーカシングさせるなどの方法によって各信号記録膜から記録信号の再生を行う光ディスクを構成することができる。

次に、本発明による光ディスクの製造方法を説明する。この製造方法においては、上述した本発明による、ピット列が 80 nm

～250 nmの長さおよび幅を有するピットを有する光ディスクが得られるようになされるものである。

本発明による光ディスクの製造方法においては、波長200 nm～370 nmのレーザー光によって記録信号に応じた露光がなされてピット列を形成する光ディスク製造用原盤の作製工程と、この原盤のピット列を転写して長さおよび幅が共に80 nm～250 nmのピットを含むピット列が形成された光ディスク基板を作製する工程と、この光ディスク基板のピット列が形成された面に膜厚20 nm以下の反射膜を成膜する工程とを経ることによって光ディスクを作製する。
5
10

本発明による製造方法の原盤作製の露光工程においては、いわゆるレーザーカッティング装置を用いて行う。このレーザーカッティング装置の一例を図4の概略構成図を参照して説明する。

このレーザーカッティング装置は、短波長の記録用レーザー光が用いられるものの、その基本構成は、通常従来のレーザーカッティング装置に準じた構成によることができる。
15

この装置においては、例えば波長266 nmのレーザー光を発生する記録用レーザー光源20が設けられる。この記録用レーザー光源20は、固体レーザー21、位相変調器22、外部共振器23、アナモルフィック光学系24を有して成る。
20

固体レーザー21は、例えばYAG(イットリウムアルミニウムガーネット)レーザー(波長1064 nm)とこれよりのレーザー光を、2倍波の532 nmに変換して発生するSHG(Secondary Harmonic Generator)とを有してなる。そして、この固体レーザー21からのレーザー光を、位相変調器22を経て、外部共振器23に導入する。この外部共振器23は、遠紫外域まで充分高い光透過性を有する例えばBBO(β -BaB₂O₄)結晶による更に2倍波に変換して266 nmとする波長変換光学

結晶 25 と、例えばミラー $M_1 \sim M_4$ によって所要の共振器長を形成する光共振器とを有する。図において、ミラー M_1 および M_2 は、所要の反射率および透過性を有するミラーによって構成され、ミラー M_3 および M_4 は、例えば殆ど 100% の反射率を有するミラーによって構成する。また、1つのミラー例えばミラー M_3 は、例えばいわゆる VCM (Voice Coil Motor) 構成による電磁アクチュエータ 26 によって移動調整が可能になされて、共振器長を制御することができるようになされている。そして、この共振器から例えばミラー M_1 を透過する光をフォトダイオード P D 等の光検出器 27 によって検出してその出力によってアクチュエータ 26 を制御し、最適の共振器長、すなわち共振波長となるようにサーボ制御がなされ、高出力で安定した連続発振波長による 266 nm のレーザー光を得る。そして、外部共振器 26 より取り出されたレーザー光をアナモルフィック光学系 24 によってビーム形状を整形する。このようにして、記録用レーザー光源 20 から波長 266 nm の数十 mW の高出力の安定した連続発振レーザー光 50 を導出することができるようになされる。

そして、この記録用レーザー光源 20 から取り出されたレーザー光 50 は、例えばビームスプリッタ 28 によって分岐され、一部のレーザー光は、フォトダイオード等の光検出器 29 によってレーザー光 50 のパワー等のモニターがなされる。

また、ビームスプリッタ 28 によって分岐された他のレーザー光は、集光レンズ 30 によって例えば AOM による変調器 31 に集光して導入され、これによって記録信号に応じて変調され、この変調されたレーザー光がコリメートレンズ 32、ビームスプリッタ 33、レンズ 34 および 35 によるビームエキスパンダ 36 へと導かれこのビームエキスパンダ 36 によって拡大されて、対物レンズ 39 に、その入射瞳径の数倍のビーム径として入射させ

る。40は、ビームエキスパンダ36からのレーザー光を対物レンズ37に向かわしめるミラーである。

対物レンズ37によって集光されたレーザー光は、高精度回転するエアースピンドルによる回転台38上に装着された光ディスク製造用原盤を得るためにレジスト円盤39に照射される。
5

このレジスト円盤39は、回転台38の回転によってその中心軸を中心に回転する。このレジスト円盤39は、レーザー光50の波長に対して感光性を示すフォトレジスト層が、原盤を構成する基板、例えばガラス円盤上に予め塗布された構成を有する。

10 そして、このレジスト円盤39の、フォトレジスト層に、上述した変調器31によって記録信号に応じてオン・オフされたレーザー光50すなわち露光レーザー光が、0.3μm以下のスポットサイズで照射される。

一方、回転台31の半径方向に沿う方向に移動する移動光学テーブル41が設けられ、これに例えばビームエキスパンダ36と図示しないが、後述するオートフォーカス光学系が配置される。
15

このようにして、この移動光学テーブル41の移動と回転台38の回転によって、露光レーザー光が、レジスト円盤39のフォトレジスト層上に例えばスパイラル状、あるいはリング状に走査(スキャン)するようになされる。
20

一方、上述したコリメートレンズ32を通過してビームスプリッタ33に到来しこれによって分岐された一部のレーザー光は、フォトダイオード等の光検出器42によって検出され変調レーザー光のモニターがなされる。

25 また、円盤39に対する露光レーザー光の戻り光は、ビームスプリッタ33を透過し、例えばミラー43、44、45等によって光路長が延長されて、集光レンズ46によって集光され、露光レーザー光のモニター用の例えばCCD(Charge Coupled Device

) 型のモニターカメラ 47 によって露光レーザー光のモニターがなされる。

そして、対物レンズ 37 は、その焦点が、常時、レジスト円盤 39 上のフォトトレジスト層にフォーカシングサーボによってフォーカシングするようになされる。
5

このフォーカシングを行うオートフォーカスサーボ手段の光学系は、前述した移動光学テーブル 41 上に配置される。このオートフォーカスサーボ手段の光学系の一例の概略構成を、図 5 に示す。対物レンズ 37 は、例えば VCM 構成によるアクチュエータ 60 によって、光軸方向に微小移動するようによく支持される。
10

この場合、オートフォーカス用のレーザー光源 61 と、光学レンズ 62、63、ミラー 64、65、位置検出素子 (PDS) 66 を有して成る。

レーザー光源 61 は、例えば、周波数 400 MHz、パルスデューティー 50 % の高周波重畠がかけられた波長 680 nm の半導体レーザーによって構成することができる。
15

このレーザー光源 61 からのレーザー光 67 は、レンズ 62、63 の光学系の光軸に対し傾けて、レジスト円盤 39 に対し、対物レンズ 37 を通じて照射し、その戻り光ミラー 65 を通じ、位置検出素子 (PDS) 66 によって検出し、この検出出力によってアクチュエータ 60 を制御して対物レンズ 37 をその光軸方向に移動してフォーカシング制御を行う。
20

この構成によるフォーカシングサーボ手段の光学系は、従来通常のフォーカスサーボにおけるような偏光ビームスプリッター PBS や、 $1/4$ 波長板 QWP 等の偏光光学系を使用しないことから、これらの光学素子の開口による制限を受けずに、対物レンズ 37 への入射レーザー光の傾き角を充分大きくすることができる。すなわち、対物レンズ 37 に入射するレーザー光源 61 からの
25

往路のレーザー光 6 7 a と、対物レンズを 3 7 を通過して、レジスト円盤 3 9 のフォーカシング表面からの戻り光、すなわち復路のレーザー光 6 7 bとの間には大きな開き角を形成することができ、これら往路と復路のレーザー光 6 7 a と 6 7 b を完全に分離し、確実に位置検出素子 6 6 によるフォーカシング状態の検出、すなわちフォーカシングサーボ信号を確実に得ることができる。

このようないわば無偏光のオートフォーカス光学系構成とすることにより、対物レンズ 3 7 への入射レーザー光 6 7 a の傾き角度を可能な限り大きくとり、対物入射高さも充分大きな値とすることができるものである。従って、上記対物入射高さに比例する式で表される光学的ゲインも、従来のオートフォーカス光学系と比べて格段に大きくすることが可能となり、オートフォーカス光学系のサーボ特性の改善に大きく寄与する。

すなわち、オートフォーカス光学系においては、位置検出素子上には、露光フォトレジスト層表面で反射され、対物レンズを通過して戻ってきた本来検出すべき露光レーザー光の他に、フォトレジスト層表面に至らずに対物レンズ裏面、すなわち対物レンズのフォトレジスト層との対向面とは反対側の面で反射されてそのまま戻ってきたやや拡張されたレーザー光（以下ノイズレーザー光という）が存在し、このノイズレーザー光は、位置検出素子の検出出力のバックグラウンド的なノイズ成分としてオートフォーカスサーボの動作に悪影響を及ぼす。

そして、このノイズレーザー光が、本来検出すべきフォトレジスト層からの戻り光と干渉して干渉縞が発生すると、サーボ特性は大きく劣化することから、このような干渉縞の発生の影響は重大である。通常、高周波重畠をかけないレーザー光は、可干渉距離が数十 cm 程度であることから、その本来検出すべきフォトレジスト層からの戻りレーザー光と、対物レンズ裏面からの反射光

によるノイズレーザー光との光路差は、ほぼこの範囲内にある。このため、位置検出素子における干渉縞の発生は避け難い。

5

そして、この干渉縞は、対物レンズの光軸上の微動に伴い、位置検出素子上で流れるように動き、本来の戻りレーザー光の位置検出信号を不正確なものとする。実際には、干渉縞が生じる状態で、オートフォーカスサーボを動作させると、サーボが頻繁に発振し、正常なオートフォーカス動作を維持することが困難となる。

10

これに対して、上述した例えは 400 MHz の高周波重畠をかけたレーザー光源 61 を用いる場合、その可干渉距離が充分に減少することから、本来の戻り（復路）レーザー光 67b と対物レンズ裏面からの反射光によるノイズレーザー光とが干渉することを回避でき、干渉縞を発生させることを回避できる。つまり、本来検出されるべきレーザー光 67b のみが位置検出素子 66 上に投射されることから、正確にフォトレジスト層に対するカッティング用レーザー光のスポット位置検出を行うことができる。実際に、上述の構成による場合、オートフォーカスサーボが発振することは殆どなく、正常なオートフォーカスサーボの動作を維持することが確認された。

15

20

上述の図 5 で説明したオートフォーカス光学系を使用したレーザーカッティング装置は、極めて安定した高精度のオートフォーカスサーボ動作を実現することができ、高記録密度の光ディスクのカッティングを、常に安定して高生産性をもって実行することができる。

25

したがって、このレーザーカッティング装置によって、15 GB 密度のピット列を有する光ディスク基板を得る光ディスク製造用原盤を作製することができる。

この原盤作製を、上述したレーザーカッティング装置を用いて

作製する方法の一例を詳細に説明する。

先ず、直径約 200 nm、厚さ数 mm で表面が精密研磨された原盤作製の基板となるガラス円盤を用意し、その精密研磨面上に、上述した記録用レーザー光 50 の遠紫外域の波長（波長 266 nm）のレーザー光に高い感度を示すフォトレジストを、膜厚約 0.1 μm に均一にスピンドルコートしたフォトレジスト層を形成したレジスト円盤 39 を用意する。

次に、図 4 および図 5 で説明したレーザーカッティング装置により、記録用レーザー光 50 をレジスト円盤 39 上に、0.9 程度の高 N.A の対物レンズ 37 によって 0.3 μm 以下のスポットサイズに集光させる。この場合、レーザー光 50 は、例えば AOM 変調器 31 によって記録信号に応じて、レーザー光束を、オン・オフさせつつレジスト円盤 39 上に、前述したように、螺旋状もしくはリング状に走査し、トラック方向の長さおよびディスク半径方向の幅が共に 80 nm ~ 250 nm のピットを含むピット列の凹凸パターンの潜像を形成する（露光工程）。このピット列のトラックピッチは、150 nm ~ 450 nm とされる。

このように、ピットあるいはグループ状パターンの潜像が形成されたレジスト円盤 39 を、アルカリ現像液に浸漬してフォトレジストの、例えば露光された部分を溶解すれば、レジスト円盤 39 上にトラック方向の長さおよびディスク半径方向の幅が共に 80 nm ~ 250 nm のピットを含むピット列の凹凸パターンが得られる（現像工程）。

このようにして、フォトレジスト層のパターン化による凹凸パターンが形成された光ディスク製造用の原盤を作製する。

そして、この原盤上に、スパッタリング法あるいは無電解メッキ法によって膜厚数百 Å の Ni（ニッケル）薄膜を堆積し、これ

を導電膜としてこの上に、電気メッキによって、図8で説明したと同様にに金属層の形成、およびこの金属層の剥離によって厚さ約 $3\ 0\ 0\ \mu\text{m}$ のNiスタンパーを作製する。このNiスタンパーの裏面研磨、端面処理等を行う（スタンパー製作工程）。

5 次に、このNiスタンパーを金型内に配置し、例えばポリカーボネート（PC）等の射出成形を行い、Niスタンパーのレプリカとしてのプラスチック製の例えば直径 $1\ 2\ 0\ \text{mm}$ の図1で示した光ディスク基板3を作製する。

10 このようにして作製された光ディスク基板3の信号記録部には、上述したカッティングによって記録されたトラック方向の長さおよびディスク半径方向の幅が共に $8\ 0\ \text{nm} \sim 2\ 5\ 0\ \text{nm}$ のピットを含むピット列およびグループによる凹凸パターンが転写される（転写工程）。

15 続いて、スパッタリング装置によって、光ディスク基板3のピット、またはグループ状のパターンが形成された信号記録部側の面に、 $2\ 0\ \text{nm}$ 以下、例えば、膜厚 $1\ 5\ \text{nm}$ のAl反射膜4を成膜する（反射膜の成膜工程）。

20 更に、この金属反射膜4の上に、厚さ $0\ .\ 1\ \text{mm}$ 程度の光透過層5を、例えば紫外線硬化樹脂のスピンドルコートおよび紫外線照射によって硬化して形成する（光透過層形成工程）を行う。このようになると図1で示した本発明による光ディスク1が完成する。

上述した本発明製造方法によって製造された本発明による高記録密度の光ディスク3の再生用レーザー光6のスポット径は、 $2\ 0\ 0\ \text{nm} \sim 5\ 0\ 0\ \text{nm}$ であることが望ましい。

25 尚、上述した実施の形態において示した各部の具体的な形状および構造は、本発明の実施形態の一例を例示例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

以上説明したように本発明光ディスクは、記録信号に応じたピット列が形成された光ディスク基板と、光ディスク基板のピット列が形成された面に成膜された反射膜と、反射膜上に形成された光透過層とを備え、上記ピット列として記録された信号を光透過層側からレーザー光を照射して読み出されるようにされた光ディスクにおいて、透過層側から見たピット列が $80\text{ nm} \sim 250\text{ nm}$ の長さ及び幅を有するピットを含み、反射膜の膜厚を 20 nm 以下としたので、 250 nm 以下の微小サイズのピット列をカッティングした際にも、反射膜によってピットが埋められて再生信号が劣化しないので、良質の高記録密度光ディスクを得ることができる。

また、反射膜を、アルミニウム、銀、金のうちの 1 種以上の材料、または、これを含む合金材料によって形成したので、レーザー光を反射する反射膜の材質として最適な材料を用いることによって、高記録密度の光ディスクの反射膜として、良好な反射特性を得ることができるようになる。

また、反射膜の反射率を 15 % 以上にしたことにより、ピット列に記録された情報の読み取りを確実に行うことができる。

また、本発明光ディスクの製造方法は、原盤に記録信号に応じて露光形成したピット列を光ディスク基板に転写することによって光ディスクを製造する光ディスクの製造方法において、波長が 200 nm 以上のレーザー光を用いて、長さ及び幅が共に $80\text{ nm} \sim 250\text{ nm}$ のピットを含むピット列を露光形成する露光工程と、原盤に形成されたピット列を光ディスク基板に転写する転写工程と、光ディスク基板のピット列が転写された面に膜厚 20 nm 以下の反射膜を成膜する成膜工程とを有するので、 250 nm 以下の微小サイズのピット列をカッティングした際にも、反射膜によってピットが埋められて再生信号が劣化しないので、良質の

高記録密度光ディスクを製造することができる。

また、反射膜を、アルミニウム、銀、金のうちの1種以上の材料、又は、これらを含む合金材料によって形成することにより、レーザー光を反射する反射膜の材質として最適な材料を用いることによって、反射膜が良好な反射特性を有する高記録密度の光ディスクを製造することができる。
5

更に、反射膜の反射率を15%以上にすることにより、ピット列に記録された情報の読み取りを確実に行うことが可能な高記録密度の光ディスクを製造することができる。

10

15

20

25

請求の範囲

1. 記録信号に応じたピット列が形成された光ディスク基板と、

上記光ディスク基板のピット列が形成された面に成膜された
5 反射膜と、

上記反射膜上に形成された光透過層とを備え、

上記ピット列として記録された信号を光透過層側から、波長
350 nm～420 nmのレーザー光を照射して読み出される
ようになされた光ディスクであって、

10 上記光透過層側からみたピット列が、80 nmから250 nm
mの長さおよび幅を有するピットを含み、

反射膜の厚さが20 nm以下にされた
ことを特徴とする光ディスク。

2. 反射膜と光透過層との間に、相変化膜等の信号記録膜を備え
15 ている

ことを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ディスク。

3. 反射膜および／または信号記録膜が2層以上形成されている
ことを特徴とする請求の範囲第2項記載の光ディスク。

4. 反射膜が、アルミニウム、銀、金のうちの1種以上の材料、
20 または2種以上の合金材料によって形成されている
ことを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ディスク。

5. 反射膜が、アルミニウム、銀、金のうちの1種以上の材料、
または2種以上の合金材料によって形成されている
ことを特徴とする請求の範囲第2項記載の光ディスク。

25 6. 反射膜が、アルミニウム、銀、金のうちの1種以上の材料、
または2種以上の合金材料によって形成されている
ことを特徴とする請求の範囲第3項記載の光ディスク。

7. 反射膜の反射率が15%以上にした

- ことを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ディスク。
8. 反射膜の反射率が15%以上にした
ことを特徴とする請求の範囲第2項記載の光ディスク。
9. 反射膜の反射率が15%以上にした
5 ことを特徴とする請求の範囲第3項記載の光ディスク。
10. 反射膜の反射率が15%以上にした
ことを特徴とする請求の範囲第4項記載の光ディスク。
11. 反射膜の反射率が15%以上にした
ことを特徴とする請求の範囲第5項記載の光ディスク。
- 10 12. 反射膜の反射率が15%以上にした
ことを特徴とする請求の範囲第6項記載の光ディスク。
13. 波長200nm～370nmのレーザー光によって記録信号に応じた露光がなされてピット列を形成する光ディスク製造用原盤の作製工程と、
15 該原盤の上記ピット列を転写して長さおよび幅が共に80nm～250nmのピットを含むピット列が形成された光ディスク基板を作製する工程と、
該光ディスク基板の上記ピット列が形成された面に膜厚20nm以下の反射膜を成膜する工程を有する
- 20 ことを特徴とする光ディスクの製造方法。
14. 反射膜を、アルミニウム、銀、金のうちの1種以上の材料
、又はこれらを含む合金材料によって形成する
ことを特徴とする請求の範囲第13項記載の光ディスクの製造方法。
- 25 15. 反射膜の反射率を15%以上にした
ことを特徴とする請求の範囲第13項記載の光ディスクの製造方法。

FIG. 1

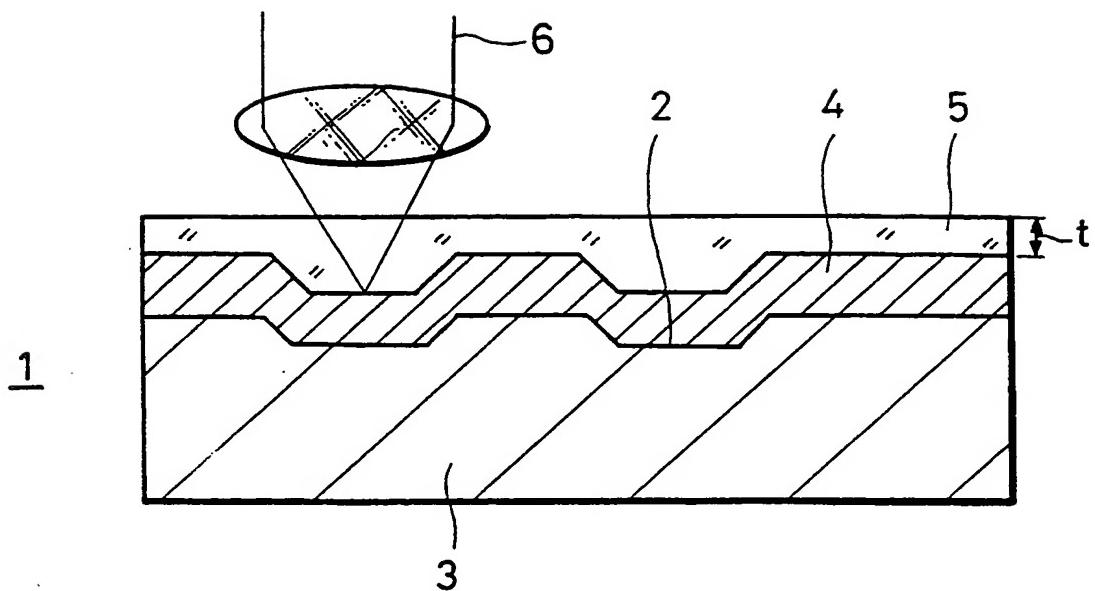


FIG. 2

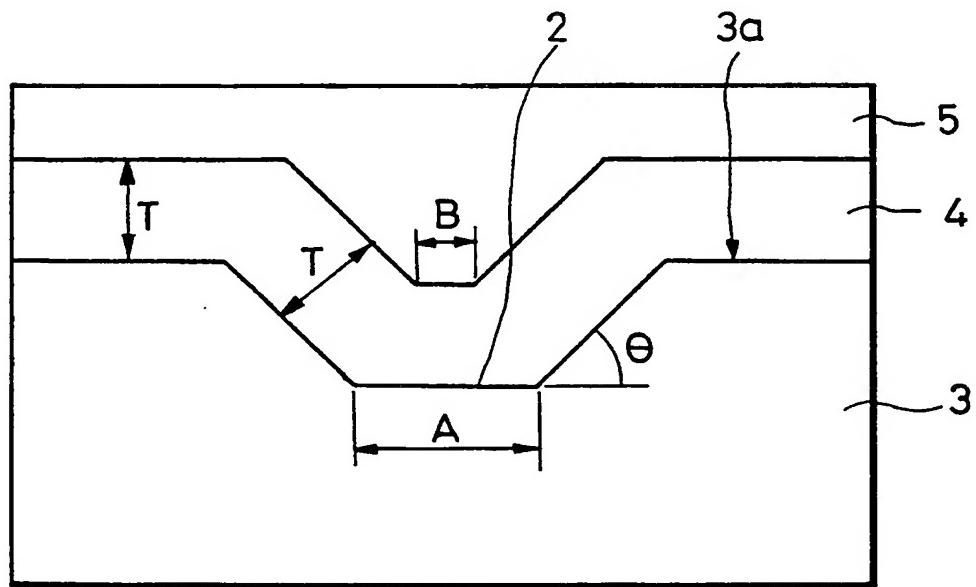


FIG. 3

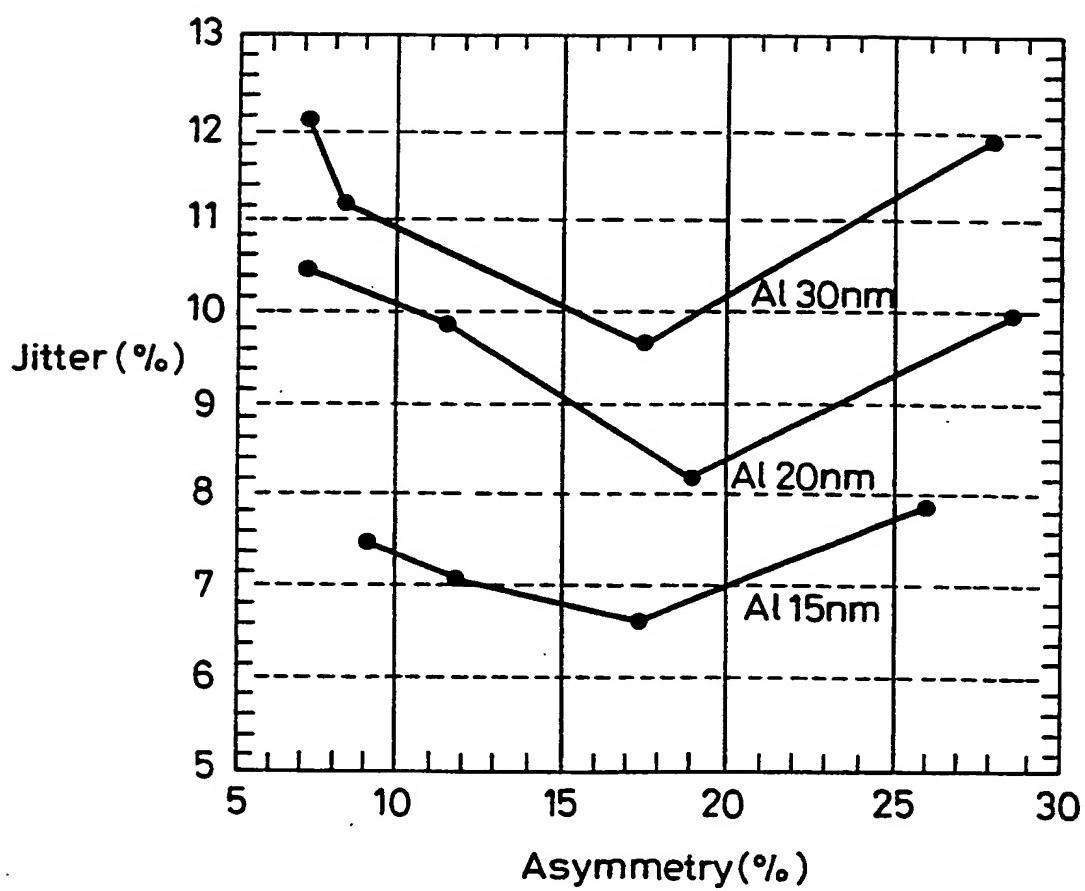


FIG. 4

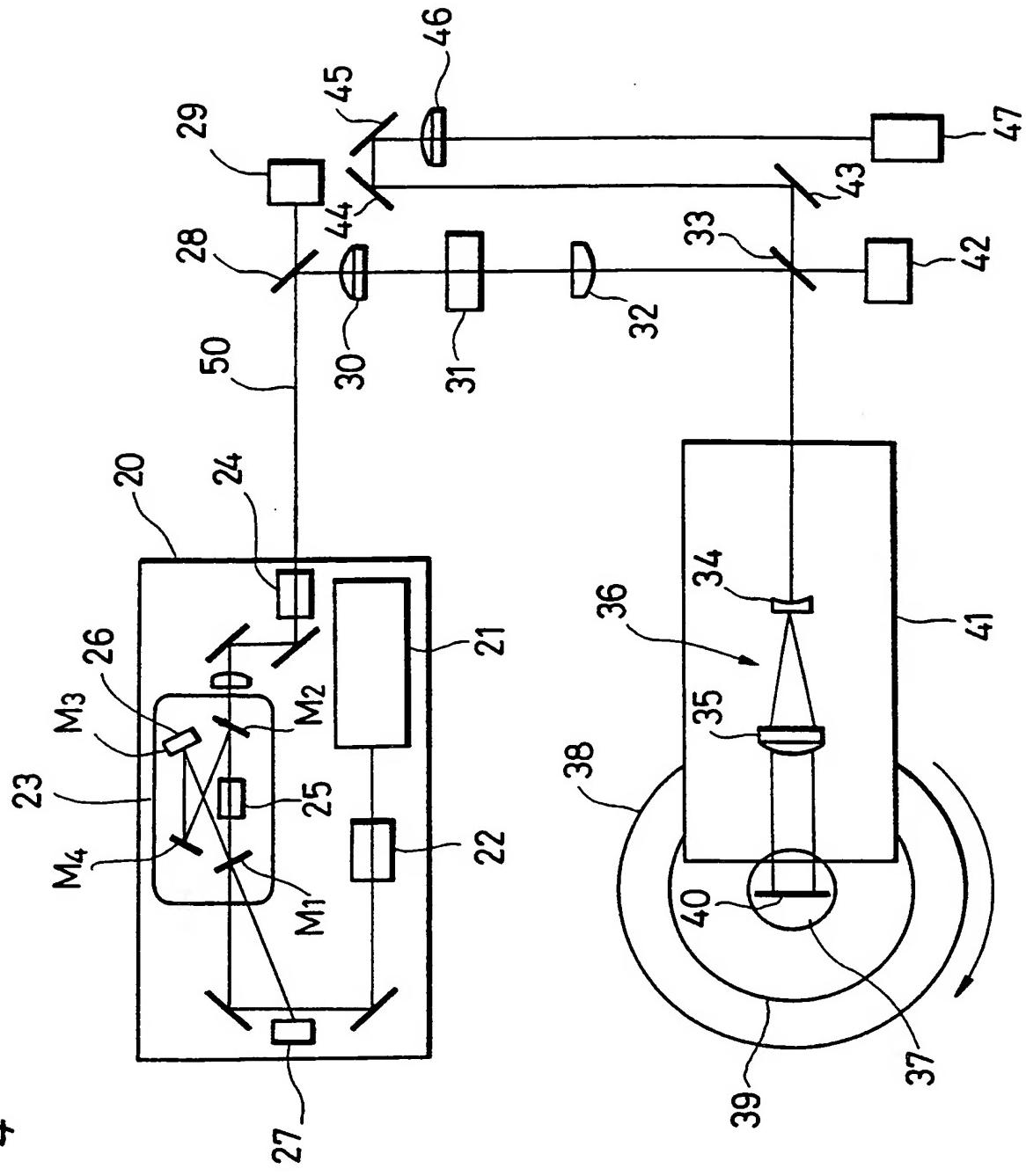


FIG. 5

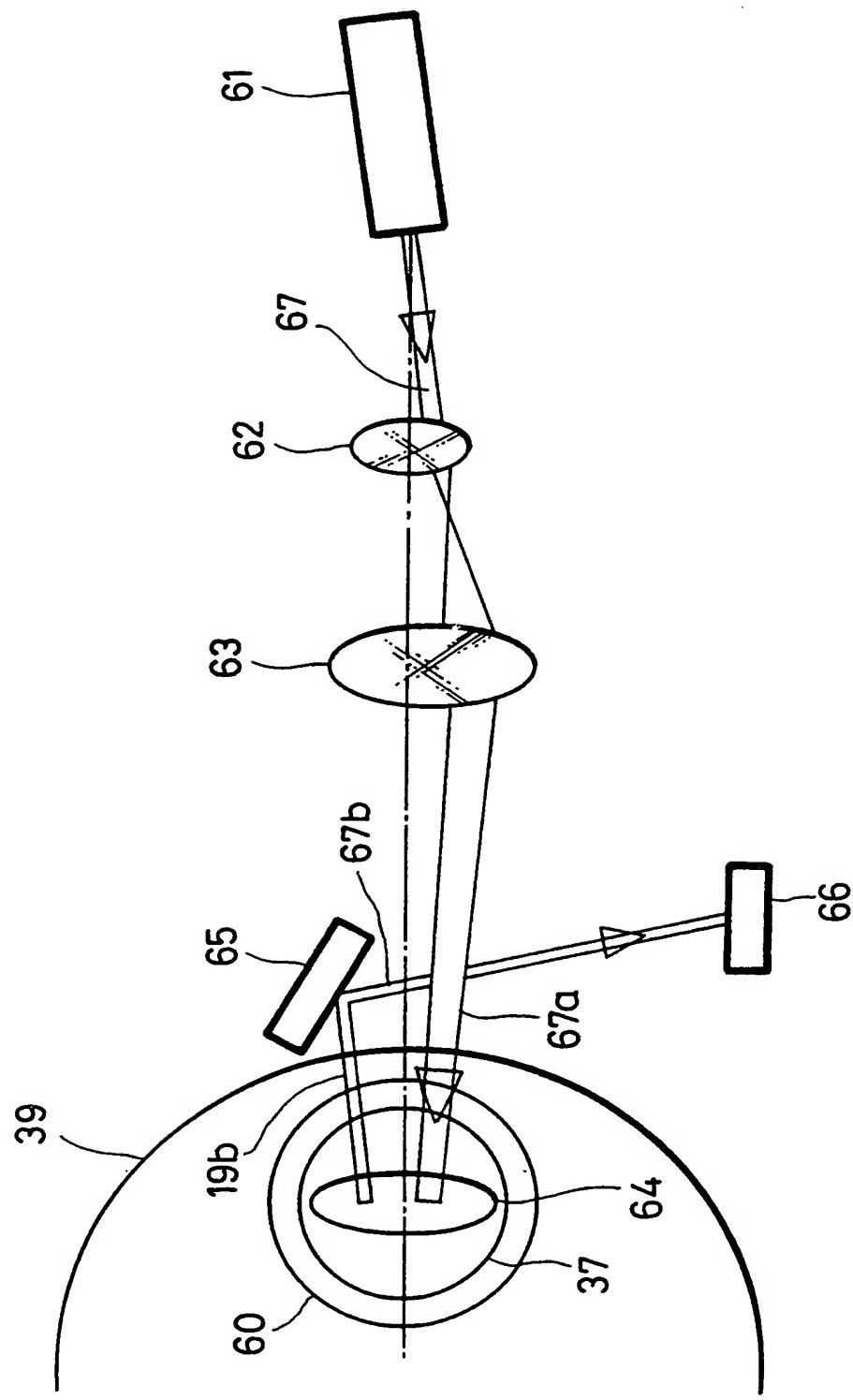


FIG. 6

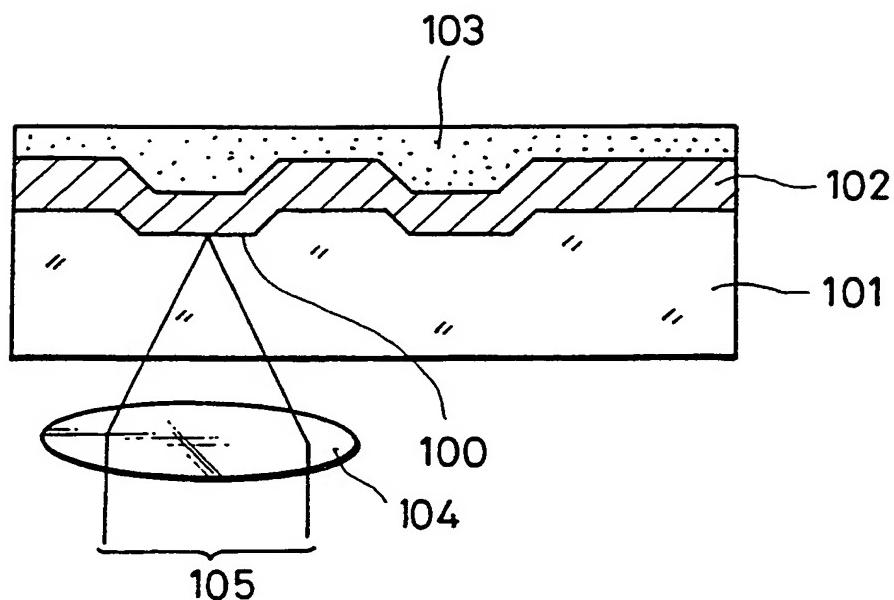


FIG. 7

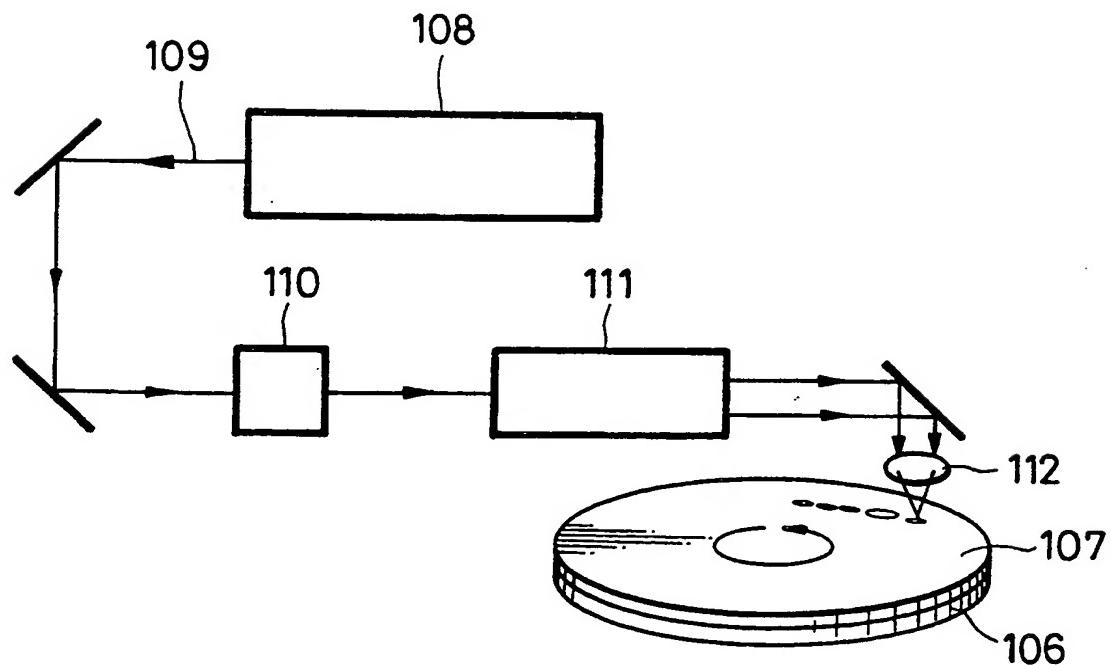


FIG. 8

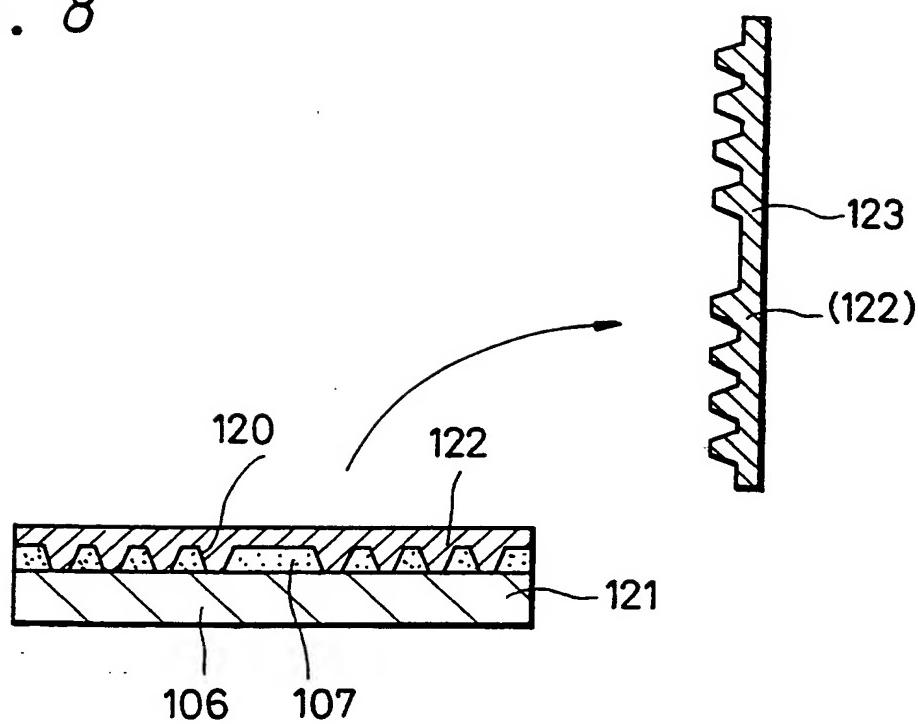
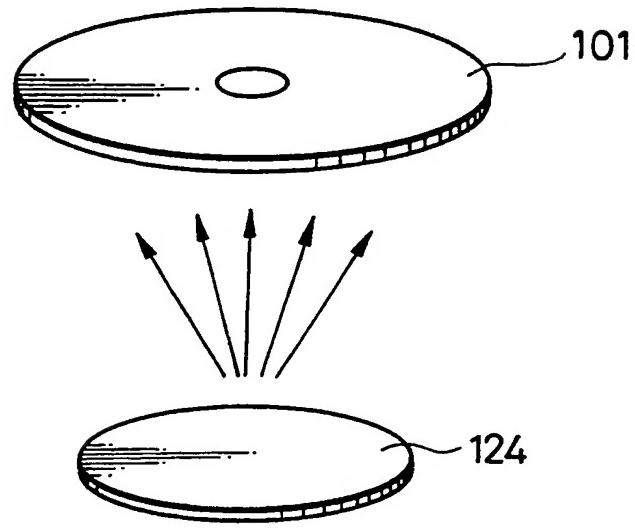


FIG. 9



引用符号の説明

- 1 光ディスク
2 ピット
3 光ディスク基板
3 a 主面
4 反射膜
5 光透過層
2 0 記録用レーザー光源
2 1 固体レーザー
2 2 位相変調器
2 3 共振器
2 4 アナモルフィック光学系
2 5 波長変換光学結晶
2 6 アクチュエータ
2 7 光検出器
2 8 ビームスプリッタ
2 9 光検出器
3 0 集光レンズ
3 1 変調器
3 2 コリメートレンズ
3 3 ビームスプリッタ
3 4 , 3 5 . . . レンズ
3 6 ビームエキスパンダ
3 7 対物レンズ
3 8 回転台
3 9 レジスト円盤
4 0 ミラー
4 1 移動光学テーブル

4 2 光検出器
4 3 , 4 4 , 4 5 . . . ミラー
4 6 集光レンズ
4 7 モニターカメラ
5 0 レーザー光
6 1 レーザー光源
6 2 , 6 3 . . レンズ
6 4 , 6 5 . . ミラー
6 6 位置検出素子
6 7 レーザー光
6 7 a 往路のレーザー光
6 7 b 復路のレーザー光

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02708

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B7/24, 7/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G11B7/24, 7/26Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 10-302321, A (Sony Corporation), 13 November, 1998 (13.11.98), Par. Nos. [0004] to [0009], [0012], [0027] Par. Nos. [0031], [0035] to [0048], [0058] & US, 6016302, A	1-15
PY	EP, 874362, A2 (SONY CORPORATION), 28 October, 1998 (28.10.98), pages 1, 2, lines 27 to 41; page 3, lines 30 to 34 FIG.19	1-15
Y	& JP, 11-7658, A (Sony Corporation) 12 January, 1999 (12.01.99) page 1; Par. Nos. [0007] to [0008], [0017]; Figs & US, 5972459, A	1-15
PY	JP, 10-255337, A (Sony Corporation), 25 September, 1998 (25.09.98), page 1; Par. No. [0033] (Family: none)	13-15

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 July, 2000 (12.07.00)Date of mailing of the international search report
25 July, 2000 (25.07.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl. 7 G11B 7/24, 7/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. Cl. 7 G11B 7/24, 7/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 10-302321, A (ソニー株式会社) 13. 11月. 1998 (13. 11. 98) 【0004】-【0009】, 【0012】-【0027】 【0031】-【0035】-【0048】-【0058】 & U S, 6016302, A	1-15
P Y		1-15

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 07. 00

国際調査報告の発送日

25.07.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山下 達也



5D 9645

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

C(続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	E P, 8 7 4 3 6 2, A 2 (SONY CORPORATION) 28. 10月. 1998 (28. 10. 98) 第1頁、第2頁27-41行、第3頁30-34行 F I G. 1 9	1-15
Y	& J P, 1 1 - 7 6 5 8, A (ソニー株式会社) 12. 1月. 1999 (12. 01. 99) 第1頁、【0007】-【0008】、【0017】、図面	1-15
P Y	& U S, 5 9 7 2 4 5 9, A	1-15
Y	J P, 1 0 - 2 5 5 3 3 7, A (ソニー株式会社) 25. 9月. 1998 (25. 09. 98) 第1頁、【0033】 (ファミリーなし)	13-15

様式PCT/ISA/210(第2ページの続き)(1998年7月)

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 100 079 A1

(12)

EUROPEAN PATENT APPLICATION

published in accordance with Art. 158(3) EPC

(43) Date of publication:

16.05.2001 Bulletin 2001/20

(51) Int. Cl.⁷: G11B 7/24, G11B 7/26

(21) Application number: 00917467.3

(86) International application number:
PCT/JP00/02708

(22) Date of filing: 25.04.2000

(87) International publication number:
WO 00/65584 (02.11.2000 Gazette 2000/44)

(84) Designated Contracting States:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE

(72) Inventors:

- TAKEDA, Minoru
Tokyo 141-0001 (JP)
- FURUKI, Motohiro
Tokyo 141-0001 (JP)

(30) Priority: 26.04.1999 JP 11770699

(74) Representative:
MÜLLER & HOFFMANN Patentanwälte
Innere Wiener Strasse 17
81667 München (DE)

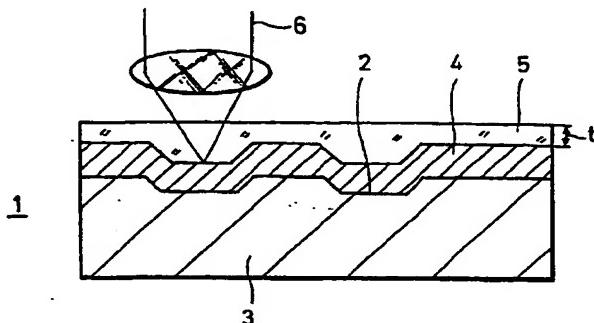
(71) Applicant: Sony Corporation
Tokyo 141-0001 (JP)

(54) OPTICAL DISK AND METHOD OF MANUFACTURE THEREOF

(57) There are provided an optical disk and a manufacturing method thereof which can increase its recording capacity, e.g. to 15 GB or higher. This optical disk may comprises an optical disk substrate 3 in which successive pits corresponding to a recording signal are formed, a reflection film 4 formed in this optical disk substrate 3 on its surface that successive pits 2 are formed and a light transmissive layer 5 formed on this reflection film 4. When a recorded signal is read out, i.e. reproduced from the optical disk, a signal recorded as successive pits is read out by irradiating of short-wavelength laser light having a wavelength of 350 nm to 420 nm from the side of the light transmissive layer 5 formed on the surface of the optical disk.

Moreover, in this optical disk, when the successive pits are observed from the side of the light transmissive layer irradiated by reproducing laser light, the successive pits contain pits having length and width ranging from 80 nm to 250 nm, and the reflection film has the film thickness selected to be 20 nm or less, e.g. greater than 8 nm.

FIG. 1



EP 1 100 079 A1

Description**TECHNICAL FIELD**

5 [0001] The present invention relates to an optical disk which can increase its recording density and a manufacturing method thereof.

BACKGROUND ART

10 [0002] A conventional optical disk, e.g. DVD (Digital Versatile Disc) is formed such that, as its cross section is schematically shown in FIG. 6, a reflection film 102 having a thickness of several tens nanometers, e.g. thickness of 50 nm is formed on a light transmissive disk substrate 101 having a signal recording portion 100 on which successive pits are formed and a protection layer 103 made of an organic material having a thickness of, e.g. about 10 μm , covers the surface of the reflection film.

15 [0003] To read out a signal from this DVD, reproducing laser light 105 is irradiated on the signal recording portion through an objective lens 104 from the side of the light transmissive disk substrate 101, and pits in the signal recording portion 100, is detected i.e. recorded data is read out by returned light of the reproducing laser light.

[0004] In the case of ordinary DVD, since the disk substrate has a thickness of 0.6 mm and a signal is reproduced through this disk substrate 101, the numerical aperture N. A. of an objective lens that a reproducing pickup includes is 20 restricted to about 0.6.

[0005] By the way, the size of a spot of reproducing light is in proportion to a ratio $\lambda/N. A.$ between a wavelength (λ) of the reproducing laser light 105 and an N. A. of the objective lens 104. In the conventional ordinary DVD, the wavelength of the reproducing light is 650 nm; the N. A. is 0.6; and one side of the disk has a recording capacity of 4.7 GB.

25 [0006] For example, consider an optical disk which is reproduced by reproducing laser light having a wavelength λ of 400 nm through an objective lens having a numerical aperture N. A. of 0.85. Then, the recording capacity of one side of this optical disk can simply be calculated to be 25 GB based on the proportion of this disk to the above-mentioned conventional DVD.

[0007] However, the recording capacity thus calculated is obtained in consideration of only the characteristics of the 30 reproducing pickup. In actual practice, the pit size of the optical disk should also be made minute and made with high accuracy.

[0008] An ordinary optical disk manufacturing method is as follows. As shown in FIG. 7, on a glass disk 106 having a diameter of about 200 mm and a thickness of several millimeters and whose surface was precisely polished, there is formed a photoresist layer 107 having a film thickness of about 0.1 μm , in which a photoresist sufficiently sensitive to a wavelength of a recording laser light source 107 of a laser cutting apparatus is uniformly spin-coated.

35 [0009] This photoresist layer 107 is subjected to exposure. When this exposure is carried out, there is employed a pattern exposure in which laser light 109 having a wavelength of 413 nm from a recording laser light source 108 made of, e.g., a Kr laser, is on/off-modulated by an acousto-optic modulator, i.e. AOM 110 in response to a recording signal and focused to irradiate on the photoresist layer 107 through an expander 111 and an objective lens 112, making this to form latent images of pits and grooves.

40 [0010] Thereafter, when this photoresist layer 107 is developed by an alkaline developer, the exposed portion is dissolved, and there is formed, as shown in FIG. 8, a master disk 121 in which an uneven pattern 120 comprising pits and grooves is formed on the photoresist layer 107 coated on the disk 106.

[0011] Then, on this uneven pattern 120 of this master disk 121, as shown in FIG. 8, there is deposited a metal layer 122 having a thickness of about 300 nm by sequentially effecting nonelectrolytic plating and electroplating of nickel (Ni) 45 in such a manner as to fill this uneven pattern. Thereafter, this metal layer 122 is peeled from the master disk 121, and a stamper 123 having an inverted version of the uneven pattern 120 of the master disk 121 is obtained from the metal layer 122 thus peeled.

[0012] This stamper 123 is disposed within, e.g., an injection molding die for injection molding to produce the optical disk substrate 101 made of polycarbonate (PC) or the like, as shown in FIG. 9.

50 [0013] On this optical disk substrate 101, there are transferred uneven patterns of the stamper 123, i.e. there are formed pits and grooves corresponding to the uneven pattern of the master disk, thus causing the signal recording portion 100 shown in FIG. 6 to be formed.

[0014] In this optical disk substrate 101 on its surface that the signal recording portion 100 is formed, there is deposited, as shown in FIG. 9, the reflection film 102 shown in FIG. 6 by sputtering using aluminum (Al) target 124 for example. Further, the protection film 103 is formed on this reflection film.

[0015] This protection film 103 is generally made of a ultraviolet-curing resin cured by irradiating ultraviolet rays after the ultraviolet-curing resin is applied to the reflection film 102 by spin-coating so as to have a uniform thickness.

[0016] Since the limit of the numerical aperture of the objective lens 112 is generally about 0.9, the optical disk thus

obtained after the master disk was produced by the pattern exposure effected by laser light having a wavelength of 413 nm will have successive pits formed thereon, which have the shortest pit length of 0.4 μm and the track pitch of 0.74 μm . In addition, the width of the pit, i.e. the length along the radial direction of the disk is about 0.35 μm which is half of the track pitch.

- 5 [0017] Due to such restrictions imposed upon the pit size when it is made minute and with high precision, the pit size cannot be made so minute and made with high such precision that an optical disk having a recording capacity of, e.g., 15 GB or more, in particular 25 GB can be obtained by the conventional pattern exposure using the laser light having the wavelength of 413 nm.

10 DISCLOSURE OF INVENTION

[0018] The present invention provides an optical disk and a method of manufacturing the same which can provide a high-density recording, i.e. which can provide the aforementioned recording capacity of, e.g. 15 GB or higher recording capacity of, e.g. 25 GB.

- 15 [0019] An optical disk according to the present invention may comprises an optical disk substrate in which successive pits corresponding to a recording signal are formed, a reflection film formed in this optical disk substrate on its surface that the successive pits are formed and a light transmissive layer formed on this reflection film.

- [0020] When a recorded signal is read out, i.e. reproduced from this optical disk, a signal recorded as the successive pits is read out from the optical disk by irradiating short-wavelength laser light having a wavelength of 350 nm to 20 420 nm from the side of the light transmissive layer formed on the surface of the optical disk.

[0021] Moreover, when this optical disk is seen from the side of the light transmissive layer irradiated by reproducing laser light, the successive pits contain pits having length and width ranging from 80 nm to 250 nm, and the thickness of the reflection film is selected to be 20 nm or less, e.g. 8 nm greater.

- [0022] The optical disk manufacturing method according to the present invention is the manufacturing method of producing the above described optical disk according to the present invention, comprising the steps of producing an optical disk manufacturing master disk for forming successive pits using laser light having a wavelength ranging from 200 nm to 370 nm for exposure in response to a recording signal, producing an optical disk substrate in which the successive pits containing pits having length and width both ranging from 80 nm to 250 nm are formed by transferring the successive pits of this master disk and forming a reflection film having a film thickness of 20 nm or less in this optical disk substrate an its surface that the successive pits are formed.

BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS

[0023]

- 35 FIG. 1 is a schematic cross-sectional view of an example of an optical disk according to the present invention.
 FIG. 2 is an enlarged cross-sectional view of pits of an optical disk according to the present invention.
 FIG. 3 is a diagram showing measured results of values of bottom jitter of a reproduced signal obtained when a film thickness of an Al reflection film is varied as a parameter.
 40 FIG. 4 is a diagram of arrangement of an example of a laser cutting apparatus.
 FIG. 5 is a diagram of optical paths showing an auto focus optical system of an example of a laser cutting apparatus.
 FIG. 6 is a cross-sectional view of an optical disk according to the prior art.
 FIG. 7 is a diagram of arrangement of a laser cutting apparatus for producing a master disk to manufacture an optical disk according to the prior art.
 45 FIG. 8 is a diagram for explaining the manner in which a stamper is produced from the optical disk manufacturing master disk.
 FIG. 9 is diagram for explaining a method of manufacturing an optical disk.

50 BEST MODE FOR CARRYING OUT THE INVENTION

- [0024] An optical disk 1 according to the present invention comprises, as a schematic cross-sectional view of its example is shown in FIG. 1, an optical disk substrate 3 having a thickness of 1.1 mm for example, in which successive pits containing pits 2 corresponding to a recording signal are formed, a reflection film 4 formed in this optical disk substrate 3 on its surface that the pits 2 are formed and a light transmissive layer 5 formed on this reflection film 4.

- [0025] When a recorded signal is read out, i.e. reproduced from this optical disk 1, a signal recorded as the successive pits is read out from the optical disk by irradiating short-wavelength laser light having a wavelength of 350 nm to 420 nm from the side of the light transmissive layer 5 formed on the surface of the optical disk.

[0026] Moreover, when this optical disk is seen from the side of the light transmissive layer 5 irradiated by reproducing laser light, the successive pits contain the pits 2 having length and width ranging from 80 nm to 250 nm. The reflection film 4 is made of one or more kinds of materials of aluminum (Al), silver (Ag) and gold (Au) or two or more kinds of alloy materials of them. The thickness of the reflection film is selected to be 20 nm or less, and a reflectance of the reflection film is selected to be 15 % or greater.

[0027] If a thickness t of the light transmissive layer 5 is selected between 10 μm to 177 μm , e.g. 100 μm (0.1 mm), then a pickup which uses as reproducing laser light short-wavelength laser light, e.g. violet laser light by a GaN-based laser having a short wavelength, e.g. a wavelength of 350 nm to 420 nm as and which also uses an objective lens having a high numerical aperture, e.g. 0.85 will be able to ensure an allowance of disk skew, i.e. a so-called skew margin.

[0028] In other words, according to the optical disk of the present invention, because the optical disk is arranged so that a signal is not read out by irradiating reproducing laser light from the side of the thick optical disk substrate having the thickness of 0.6 mm for example as in the past, but a signal is read out by irradiating reproducing laser light from the side of the light transmissive layer 5 having a considerably thin thickness of 0.1 mm for example, it is possible to use an objective lens having a numerical aperture of 0.85 for example, and a laser spot can be reduced in size, which in turn increases the recording density of an optical disk.

[0029] Unfortunately, if the pits are made minute as described above, then when the same reflection film is formed as in the ordinary conventional manner, a signal of good quality cannot be reproduced from an optical disk.

[0030] The reason for this is as follows. If an EFM (Eight to Fourteen Modulation) signal is recorded as successive pits having a shortest pit length of 220 nm and a track pitch of 410 nm and having about 15 GB, as the recording capacity in one side of the optical disk, then when a conventional Al reflection film having a thickness of about 30 nm is formed, the insides of the pits are filled with this reflection film by an amount corresponding to the thickness of this reflection film so that the pit size when the pits are seen from the side of the light transmissive layer 5 cannot be set at the above-mentioned target size.

[0031] As shown in FIG. 2, for example, if the reflection film 4 has a cross-section with a tapered angle θ relative to the major surface 3a of the optical disk substrate 3 on which the pit 2 is formed and this reflection film 4 having a uniform thickness T is formed on the wall surface, the bottom surface and the major surface of the pit 2 by sputtering, for example, then an effective length B of the pit when the pits are observed from the side of the light transmissive layer 5 irradiated by reproducing laser light after the reflection film was formed can be calculated based on the film thickness T of the reflection film 4 and the length A of the bottom surface of the pit as:

$$B = A - 2 \cdot T \cdot \tan(\theta/2)$$

[0032] The tapered angle θ generally falls within a range of approximately 40° to 80°. Moreover, the length A of the bottom surface of the pit is considerably small in the shortest pit due to the tapered angle θ . Thus, if the depth of the pit, for example, is assumed to be 90 nm and the tapered angle θ is assumed to be 60°, then the above-mentioned length will be about 120 nm in the track direction and about 100 nm in the radial direction of the disk.

[0033] Accordingly, if the reflection film has a film thickness of 30 nm and over, then the value of the effective pit size B will be 85 nm in the track direction and 65 nm in the radial direction of the disk. Thus, the value of the effective pit size will unavoidably decrease to approximately 1/3 of the above-mentioned proper pit size.

[0034] However, the longest pit having the length about 3.7 times as long as the shortest pit length can also cause a similar pit reduction effect. In this case, the reduction ratio of the pit length in the track direction will be about 75 % relative to the proper pit length. If the pit length deviates from the proper size and the imbalance of the shortest and longest pit lengths occurs, then a reproduced signal is affected by such deviation and imbalance so that jitters will greatly increase.

[0035] In contrast, according to the above-mentioned optical disk of the present invention, the jitters can be prevented from increasing by making the thickness of the reflection film 4 equal to or less avoid the disadvantage that the successive pits each pit being of very small size equal to or less than 250 nm are filled with the reflection film 4 and so the reproduced signal is deteriorated, when recorded data is reproduced from the optical disk by irradiating reproducing laser light from the side of the reflection film 4 formed on the signal pits.

[0036] FIG. 3 shows measured results of values of bottom jitter of a reproduced signal obtained when the thickness of the Al reflection film as parameter is varied to 15 nm, 20 nm and 30 nm respectively, using the optical disk in which the successive pits by the EFM signal equivalent to the actual recording density of 15 GB are formed.

[0037] In this case, the optical disk had such a structure that a signal is read out of the optical disk by irradiating laser light from the side of the light transmissive layer 5, and the film thickness of the light transmissive layer 5 was selected to be 100 (m. In this case, although the reproducing optical system used the wavelength of 532 nm, the N. A. was selected to be 0.94. Moreover, the horizontal axis in FIG. 3 represents the asymmetry of the reproduced signal, and the vertical axis thereof represents the value of jitter.

[0038] As is evident from FIG. 3, when the film thickness of the Al reflection film is 30 nm as in the prior-art optical

disk, the value of the bottom jitter increases approximately up to 10 %, which makes the quality of a signal unsatisfactory. However, when the film approximately 8 %. When the film thickness is decreased down to 15 nm, a satisfactory value of jitter on a 6 % level can be achieved.

[0039] However, if the film thickness is simply decreased progressively in order to prevent the shortest pit from being filled with the reflection film, then the reflectance of the optical disk substrate 3 is lowered with the result that the S/N of reproduced signal will deteriorate. From this point of view, the film thickness should preferably be selected to be 8 nm or greater.

[0040] The table 1 shows the dependence of the reflectance of reading laser light (wavelength is 407 nm) at the Al reflection film surface on the film thickness of the Al reflection film.

10

TABLE 1

Film thickness (nm) of Al reflection film	40	30	20	15	8	5
Reflectance (%)	88	82	67	43	15	8

15

[0041] From the above description, it can be seen that the optical disk having a high-recording capacity of 15 GB or greater in which the film thickness falls within the range of 8 nm to 20 nm and the reflectance is made 15 % or greater is able to provide a reproduced signal of good quality.

[0042] Moreover, as described above, the reflection film 4 of the optical disk according to the present invention can be made of, in addition to Al which is widely utilized, metal materials which have a high reflectance at a thin film thickness, such as Au (gold) and Ag (silver), or alloy materials of two or more kinds of these metals, or metal (alloy) materials in which Ti (titanium) and the like is added to these respective materials.

[0043] Furthermore, the optical disk according to the present invention can be formed as the so-called data repeatedly recordable type of optical disk by arranging a signal recording film such as a phase-change film made of ,e,g, GeSb, Te or the like, between the reflection film 4 and the light transmissive layer 5.

[0044] Further, the optical disk according to the present invention can be modified to as an optical disk having the so-called multilayer structure by forming two or more layers of both the reflection film 4 and the signal recording film, or two or more layers of only the signal recording film of the present invention.

[0045] For example, by laminating the signal recording films each having the successive pits through reflection films having a required reflectance, an optical disk can be formed, in which recorded signals are reproduced from the respective signal recording films by a suitable method such as focusing reproducing laser light on the respective signal recording films in reproduction.

[0046] A method of manufacturing an optical disk according to the present invention will be described next. This manufacturing method is to obtain the optical disk according to the present invention described above, including successive pits which contain pits having length and width both ranging from 80 nm to 250 nm.

[0047] In the optical disk manufacturing method according to the present invention, the optical disk is manufactured by the process of producing a master disk to manufacture an optical disk in which successive pits are formed by exposure corresponding to a recording signal using laser light having a wavelength ranging from 200 nm to 370 nm, producing an optical disk substrate having successive pits containing pits having length and width both ranging from 80 nm to 250 nm by transferring successive pits of this master disk and forming a reflection film having a film thickness of 20 nm or less in this optical disk substrate on its surface that the successive pits are formed.

[0048] The exposure process to produce the master disk in the manufacturing method according to the present invention, takes place using the so-called laser cutting apparatus. An example of this laser cutting apparatus will be described below with reference to a schematic diagram of FIG. 4.

[0049] Although this laser cutting apparatus uses short-wavelength recording laser light, its fundamental arrangement can be based on the ordinary conventional laser cutting apparatus.

[0050] This apparatus is provided with a recording laser light source 20 which can generate laser light having a wavelength of 266 nm for example. This recording laser light source 20 comprises a solid-state laser 21, a phase modulator 22, an external resonator 23 and an anamorphic optical system 24.

[0051] The solid-state laser 21 comprises a YAG (yttrium aluminum garnet) laser (wavelength is 1064 nm), for example, and an SHG (Secondary Harmonic Generator) for generating laser light having a wavelength of 532 nm by converting the laser light from the above-mentioned laser to that of double-wave. Then, laser light from this solid-state laser 21 is introduced through the phase modulator 22 to the external resonator 23. This external resonator 23 includes a wavelength converting optical crystal 25 made of ,e,g, BBO (β - BaB₂O₄) crystal having a sufficiently high light transmissivity up to the far-ultraviolet ray region for further converting the above laser light into laser light of double-wave having a wavelength of 266 nm as well as an optical resonator forming a predetermined resonator length by mirrors M₁ to M₄, for example. As illustrated, the mirrors M₁ and M₂ are formed of mirrors having necessary reflectance and trans-

missivity. The mirrors M_3 and M_4 are formed of mirrors having a reflectance of, e.g., nearly 100 %. Moreover, one mirror, e.g. mirror M_3 can be moved and adjusted by an electromagnetic actuator 26 having a so-called VCM (Voice Coil Motor) structure for example, thereby allowing the resonator length to be controlled. Then, light passing through the mirror M_1 , for example, is detected from this resonator by a photodetector 27 such as a photodiode PD, and the actuator 26 is controlled by the output of this photodiode. Thus, servo-control is effected so as to provide an optimum resonator length, i.e. resonance wavelength, and laser light having a wavelength of 266 nm based on high output and stable continuous wave oscillation wavelength can be obtained. Then, laser light derived from the external resonator 26 is reshaped on its beam shape by the anamorphic optical system 24. In this manner, high-output and stable continuous oscillation laser light 50 of several tens of milliwatts having a wavelength of 266 nm can be derived from the recording laser light source 20.

[0052] Then, the laser light 50 obtained from this recording laser light source 20 is split by a beam splitter 28, for example. One part of the laser light is supplied to a photodetector 29 such as a photodiode, in which the power or the like of the laser light 50 is monitored.

[0053] The other part of the laser light, which is split by the beam splitter 28, is focused by a condenser lens 30 and then introduced into a modulator 31 such as the AOM where it is modulated in response to the recording signal. The laser light thus modulated is introduced through a collimator lens 32 and a beam splitter 33 into a beam expander 36 comprising lenses 34 and 35, and expanded by this beam expander 36 and introduced into an objective lens 37 as a beam spot of a diameter several times as large as its entrance pupil diameter. Reference numeral 40 denotes a mirror for directing the laser light from the beam expander 36 toward an objective lens 37.

[0054] The laser light thus converged by the objective lens 37 is irradiated on a resist disk 39, which is installed onto a turn table 38 by an air spindle rotating with high accuracy, for obtaining an optical disk manufacturing master disk.

[0055] This resist disk 39 rotates about the center axis as the turn table 38 rotates. This resist disk 39 has such a structure that a photoresist layer photosensitive to the wavelength of the laser light 50 is previously coated on a substrate forming the master disk, e.g. a glass disk.

[0056] Then, the laser light 50 which is turned on/off in response to the recording signal by the above-mentioned modulator 31, i.e. exposure laser light is irradiated on the photoresist layer of this resist disk 39 with a spot size of 0.3 μm or less.

a moving optical table 41 which is movable in the direction along the radial direction of the turn table 38. On this moving optical table, there is mounted, e.g. the beam expander 36 and an auto focus optical system to be described below although not shown.

[0057] In this manner, as this moving optical table 41 is moved and the turn table 38 is rotated, exposure laser light scans the photoresist layer of the resist disk 39 in a spiral fashion or an annular fashion for example.

[0058] On the other hand, a part of laser light which passes through the above-mentioned collimator lens 32, and is split by the beam splitter 33 is detected by a photodetector 42 such as a photodiode and thus the modulated laser light is monitored. Returned light of exposure laser light from the disk 39 passes through the beam splitter 33 and extended optical path by mirrors 43, 44, 45 or the like for example and is converged by a condenser lens 46, thereby causing exposure laser light to be monitored, e.g. by a CCD (Charge Coupled Device) type of monitor camera 47 for monitoring exposure laser light.

[0059] Then, the objective lens 37 is arranged to constantly be focused on the photoresist layer of the resist disk 39 under the control of focusing servo.

[0060] An optical system of an auto focus servo means for executing this focusing is located on the aforementioned moving optical table 41. FIG. 5 shows a schematic arrangement of an example of the optical system of this auto focus servo means. The objective lens 37 is supported in such a manner that it may very slightly be moved in the optical axis direction by an actuator 60 having a VCM structure for example.

[0061] In this case, the optical system comprises an auto focus laser light source 61, optical lenses 62, 63, mirrors 64, 65 and a position detection device (PSD) 66.

[0062] The laser light source 61 can be comprised of a semiconductor laser having a wavelength of 680 nm, to which a high frequency superposition of a frequency 400 MHz and a pulse duty 50 % is applied.

[0063] Laser light 67 from this laser light source 61 is made skewed relative to the optical axes of the optical systems of the lenses 62, 63 and irradiated on the resist disk 39 through the objective lens 37. Returned light of such laser light is detected by a position detection device (PSD) 66 through the mirror 65, and the actuator 60 is controlled by the detected output so as to move the objective lens 37 in its optical axis direction for focusing control.

[0064] Since the optical system of the focusing servo means thus arranged does not use a polarized beam splitter PBS and a polarized optical system such as a quarter-wave plate QWP or the like as in the conventional ordinary focusing servo, the above optical system is not limited by the numerical apertures of these optical elements and therefore the skew angle of the laser light incident on the objective lens 37 can be increased sufficiently. Specifically, a large opening angle can be formed between outgoing laser light 67a incident on the objective lens 37 from the laser light source 61 and returned light from the focusing surface of the resist disk 39 after passing through the objective lens 37, i.e. incom-

ing laser light 67b, whereby the outgoing laser light 67a and the incoming laser light 67b can be separated from each other completely and the focusing state can be detected reliably by the position detection device 66, thus allowing a focusing servo signal to be obtained without fail.

[0065] By making the optical system, as it were, a non-polarized auto focus optical system, the skew angle of the laser light 67a incident on the objective lens 37 can be increased as much as possible, and the value of the height of laser light incidence on the objective lens can also be increased sufficiently. Accordingly, an optical gain expressed by an equation proportional to the above-described height of laser light incidence on the objective lens can also be increased remarkably as compared with the conventional auto focus optical system, which can largely contribute to improvements of the servo characteristics of the auto focus optical system.

[0066] Specifically, on the position detection device in the auto focus optical system, there exists, in addition to original exposure laser light to be detected, which has returned through the objective lens after being reflected on the surface of the exposure photoresist layer, slightly expanded laser light (hereinafter referred to as noise laser light) which has not reached the surface of the photoresist layer, but is reflected on the rear surface of the objective lens, i.e. on the surface of the opposite side of the surface of the objective lens facing the photoresist layer. This noise laser light exerts a bad influence upon the operation of the auto focus servo as a background noise component of the detected output of the position detection device.

[0067] Then, when this noise laser light interferes with original returned light, which should originally be detected, from the photoresist layer to cause interference fringes, the servo characteristics are greatly deteriorated and so the occurrence of such interference fringes has a serious effect. In general, since laser light upon which the high frequency is not superposed has a coherence length of several tens of centimeters, an optical path difference between returned light, which should originally be detected, from the photoresist layer and noise laser light caused by reflected light from the rear surface of the objective lens nearly falls within this range. Therefore, it is unavoidable that the interference fringes occur in the position detection device.

[0068] This interference fringes move frequency on the position detection device as the objective lens moves very slightly on the optical axis of the objective lens, thereby making the position detection signal of the original returned laser light inaccurate. In actual practice, if the auto focus-servo is operated under the condition that the interference fringes occur, then the servo will oscillate frequently. As a result, it is difficult to maintain a normal auto focus operation.

[0069] In contrast, when the above-mentioned laser light source 61 upon which the high frequency of 400 MHz is superposed is used, because the coherence length is decreased sufficiently, it is possible to prevent the original returned (incoming) laser light 67b and the noise laser light caused by the reflected light from the rear surface of the objective lens from interfering with each other, thus enabling, the occurrence of the interference fringes to be avoided. In other words, because only the laser light 67b that should originally be detected is projected onto the position detection device 66, the spot position of cutting laser light relative to the photoresist layer can be detected with accuracy. Actually, in the case of the above-mentioned arrangement, it was confirmed that the auto focus servo hardly oscillates and so the normal auto focus servo operation can be maintained.

[0070] The laser cutting apparatus using the above auto focus optical system described with reference to FIG. 5 can realize the extremely stable and highly-accurate auto focus servo operation. Thus, this laser cutting apparatus can constantly and stably execute the cutting of the high-recording density optical disk with high productivity.

[0071] Therefore, it is possible to produce an optical disk manufacturing master disk for obtaining an optical disk substrate having successive pits with a recording density of 15 GB by this laser cutting apparatus.

[0072] An example of the method of producing this master disk using the above-mentioned laser cutting apparatus will be described below in detail.

[0073] Initially, there is prepared a glass disk which serves as a substrate to produce a master disk, having a diameter of about 200 nm and a thickness of several millimeters and whose surface is polished with high precision. There is then prepared the resist disk 39 in which the photoresist layer made by spin-coating the photoresist uniformly a in thickness of about 0.1 μm sensitive to laser light with a wavelength of far-ultraviolet ray region (wavelength: 266 nm) of the above-mentioned recording laser light 50 is formed on the surface polished with high precision.

[0074] Next, by the laser cutting apparatus described with reference to FIGS. 4 and 5, the recording laser light 50 is focused on the resist disk 39 by the objective lens 37 having a high N. A of about 0.9 as a spot of 0.3 μm or less in size. In this case, the laser light 50 scans the resist disk 39 in the spiral fashion or in the annular fashion as mentioned before while turning on/off the laser luminous flux in response to the recording signal by the AOM modulator 31 for example, thereby forming the latent images of the uneven pattern of the successive pits containing pits in which its length in the track direction and its width in the disk radial direction are both in the range of 80 nm to 250 nm (exposure process). The track pitch of the successive pits is selected between 150 nm and 450 nm.

[0075] If the resist disk 39 on which the latent images of the pits or the groove-like pattern are formed as described above is immersed in an alkaline developer and the exposed portion of the photoresist is dissolved, then the uneven patterns of the successive pits containing pits in which its length in the track direction and its width in the disk radial direction are both in the range of 80 nm to 250 nm can be obtained on the resist disk 39 (development process).

[0076] In this way, there is produced the optical disk manufacturing master disk on which the uneven pattern in accordance with the pattern of the photoresist layer is formed.

[0077] Then, an Ni (nickel) thin film having a film thickness of several hundreds angstroms is deposited on this master disk by sputtering or nonelectrolytic plating. The metal layer is then formed on this thin film serving as a conductive film in electroplating, and this metal layer is peeled in the same way as described with reference to FIG. 8, thus making in an Ni stamper having a thickness of about 300 μm to be produced. The rear surface of this Ni stamper is then polished and the end face thereof is worked (stamper manufacturing process).

[0078] Next, this Ni stamper is disposed within a molding die and the injection molding of, e.g. polycarbonate (PC) or the like is performed. Thus, the optical disk substrate 3 having the diameter of 120 mm for example, made of a plastic material shown in FIG. 1 is produced as a replica of the Ni stamper.

[0079] Onto the signal recording portion of the optical disk substrate 3 thus produced, there is transferred the uneven pattern based on the successive pits and grooves recorded by the above-mentioned cutting and containing the pits in which its length in the track direction and its width in the disk radial direction both fall within the range of 80 nm to 250 nm (transfer process).

[0080] Subsequently, by the sputtering apparatus, an Al reflection film 4 having a film thickness of 20 nm or less, e.g. 15 nm is formed on the surface of the signal recording portion side where the pits or the groove-like pattern of the optical disk substrate 3 are formed (reflection film forming process).

[0081] Further, on this metal reflection film 4, there is cured and formed the light transmissive layer 5 having the thickness of about 0.1 mm by spin-coating of ultraviolet-curing resin and irradiation of ultraviolet rays (light transmissive layer forming process). In present invention shown in FIG. 1.

[0082] It is desirable that the spot diameter of the reproducing laser light 6 of the high-recording density optical disk 3 according to the present invention manufactured by the above-mentioned manufacturing method according to the present invention is selected in the range of 200 nm to 500 nm.

[0083] Incidentally, concrete shapes and structures of the respective portions shown in the above-mentioned embodiment illustrate only an example of modes for carrying out the invention. It will be appreciated that the technical scope of the present invention should not be limitedly interpreted from these concrete shapes and structures.

[0084] As described above, the optical disk according to the present invention comprises the optical disk substrate in which the successive pits corresponding to the recording signal are formed, the reflection film formed in the optical disk substrate on its surface that the successive pits are formed and the light transmissive layer formed on the reflection film, wherein the signal recorded as the successive pits is read out of the optical disk by irradiating the laser light from the side of the light transmissive layer. When the successive pits are observed from the side of the transmissive layer, the successive pits contain the pits having length and width both ranging from 80 nm to 250 nm and the film thickness of the reflection film is selected to be 20 nm or less. Thus, even when the successive pits of very small size 250 nm or less are cut, the pits can be prevented from being filled with the reflection film so that the reproduced signal will not deteriorate. Therefore, it is possible to obtain the high-recording density optical disk of excellent quality.

[0085] Moreover, since the reflection film is made of one or more kinds of materials of aluminum, silver, gold or alloy materials containing these materials, by using an optimum material as the material of the reflection film for reflecting the laser light, it is possible to obtain the satisfactory reflection characteristics as the reflection film of the high-recording density optical disk.

[0086] Furthermore, since the reflectance of the reflection film is selected to be 15 % or greater, it is possible to reliably read out recorded information from the successive pits.

[0087] Moreover, in the optical disk manufacturing method for manufacturing the optical disk by transferring the successive pits formed on the master disk by exposure in response to the recording signal onto the optical disk substrate, because the optical disk manufacturing method according to the present invention comprises the steps of exposing by the laser light having the wavelength of 200 nm or more, to form the successive pits containing the pits having length and width both ranging from 80 nm to 250 nm transferring the successive pits formed on the master disk onto the optical disk substrate and forming the reflection film having the film thickness of 20 nm or less in the optical disk substrate on its surface that the successive pits are transferred, even when the successive pits of very small size less than 250 nm or less are cut, the pits can be prevented from being filled with the reflection film so that the reproduced signal will not deteriorate. Thus, it is possible to manufacture the high-recording density optical disk of good quality.

[0088] Moreover, since the reflection film is made of one or more kinds of materials of aluminum, silver, gold or alloy materials containing these materials and the optimum material can be used as the material of the reflection film for reflecting the laser light, it is possible to manufacture the high-recording density optical disk in which the reflection film has the satisfactory reflection characteristics.

[0089] Furthermore, since the reflectance of the reflection film is selected to be of 15 % or higher, it is possible to manufacture the high-recording density optical disk in which the recorded information can be reliably read out from the successive pits.

DESCRIPTION OF REFERENCE NUMERALS

[0090]

- 5 1 the optical disk
- 2 the pit
- 3 the optical disk substrate
- 3a the major surface
- 4 the reflection film
- 10 5 the light transmissive layer
- 20 the recording laser light source
- 21 the solid-state laser
- 22 the phase-modulator
- 23 the resonator
- 15 24 the anamorphic optical system
- 25 the wavelength-converting optical crystal
- 26 the actuator
- 27 the photodetector
- 28 the beam splitter
- 20 29 the photodetector
- 30 the condenser lens
- 31 the modulator
- 32 the collimator lens
- 33 the beam splitter
- 25 34, 35 the lens
- 36 the beam expander
- 37 the objective lens
- 38 the turn table
- 39 the resist disk
- 30 40 the mirror
- 41 the moving optical table
- 42 the photodetector
- 43, 44, 45 the mirror
- 46 the condenser lens
- 35 47 the monitor camera
- 50 the laser light
- 61 the laser light source
- 62, 63 the lens
- 64, 65 the mirror
- 40 66 the position detection device
- 67 the laser light
- 67a the outgoing laser light
- 67b the incoming laser light

45 **Claims**

1. An optical disk comprising an optical disk substrate in which successive pits corresponding to a recording signal are formed, a reflection film formed in said optical disk substrate on its surface that said successive pits are formed and a light transmissive layer formed on said reflection film, wherein a signal recorded as said successive pits is read out by irradiating laser light having a wavelength ranging from 350 nm to 420 nm, characterized in that

when the successive pits are observed from the side of said light transmissive layer, said successive pits contain pits having length and width ranging from 80 nm to 250 nm and said reflection film has a film thickness selected to be 20 nm or less.

- 55 2. An optical disk as claimed in claim 1, comprising a signal recording film such as a phase-change film between the reflection film and the light transmissive layer.

3. An optical disk as claimed in claim 2, wherein the reflection film and/or signal recording film is formed as two or more layers.
- 5 4. An optical disk as claimed in claim 1, wherein said reflection film is made of one or more kinds of materials of aluminum, silver and gold or two or more kinds of alloy materials thereof.
- 5 5. An optical disk as claimed in claim 2, wherein said reflection film is made of one or more kinds of materials of aluminum, silver and gold or two or more kinds of alloy materials thereof.
- 10 6. An optical disk as claimed in claim 3, wherein said reflection film is made of one or more kinds of materials of aluminum, silver and gold or two or more kinds of alloy materials thereof.
7. An optical disk as claimed in claim 1, wherein said reflection film has a reflectance selected to be 15 % or greater.
- 15 8. An optical disk as claimed in claim 2, wherein said reflection film has a reflectance selected to be 15 % or greater.
9. An optical disk as claimed in claim 3, wherein said reflection film has a reflectance selected to be 15 % or greater.
10. An optical disk as claimed in claim 4, wherein said reflection film has a reflectance selected to be 15 % or greater.
- 20 11. An optical disk as claimed in claim 5, wherein said reflection film has a reflectance selected to be 15 % or greater.
12. An optical disk as claimed in claim 6, wherein said reflection film has a reflectance selected to be 15 % or greater.

25 13. An optical disk manufacturing method comprising the steps of:

producing an optical disk manufacturing master disk for forming successive pits by exposure corresponding to a recording signal using laser light having a wavelength ranging from 200 nm to 370 nm;

30 producing an optical disk substrate in which successive pits containing pits having length and width both ranging from 80 nm to 250 nm are formed by transferring said successive pits of said master disk; and

forming a reflection film having a film thickness of 20 nm or less in said optical disk substrate on its surface that said successive pits are formed.

- 35 14. An optical disk manufacturing method as claimed in claim 13, wherein said reflection film is made of one or more kinds of materials of aluminum, silver and gold or alloy materials containing these materials.
15. An optical disk manufacturing method as claimed in claim 13, wherein said reflection film has a reflectance selected to be 15 % or greater.

40

45

50

FIG. 1

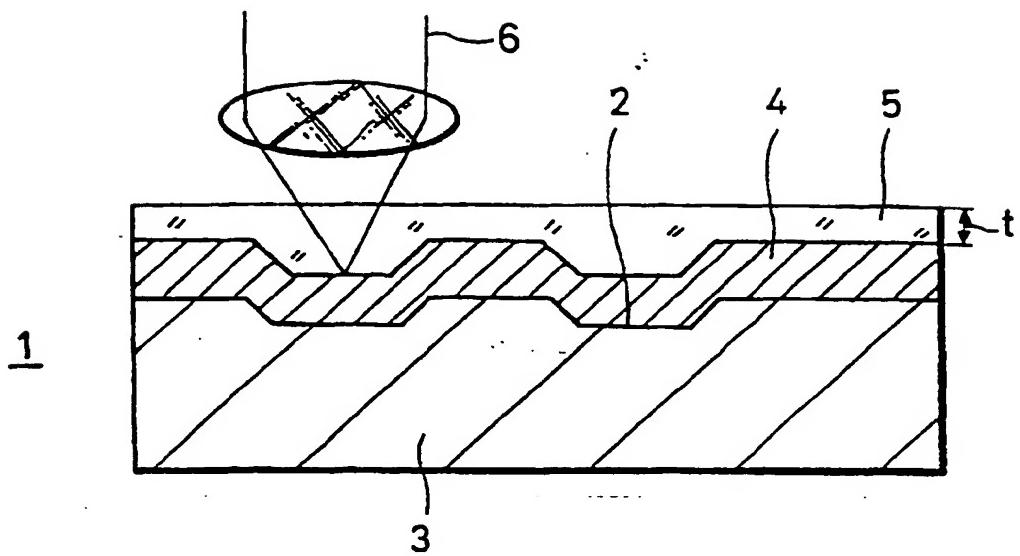
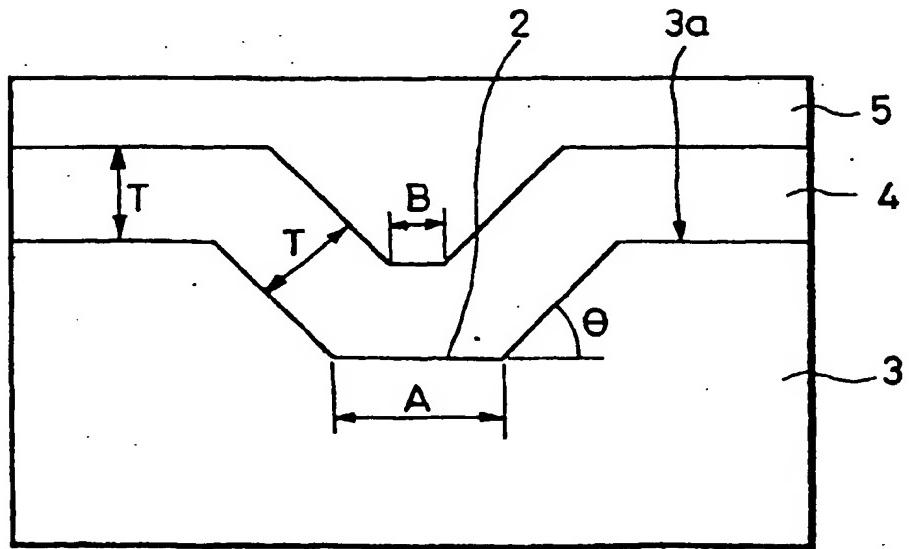


FIG. 2



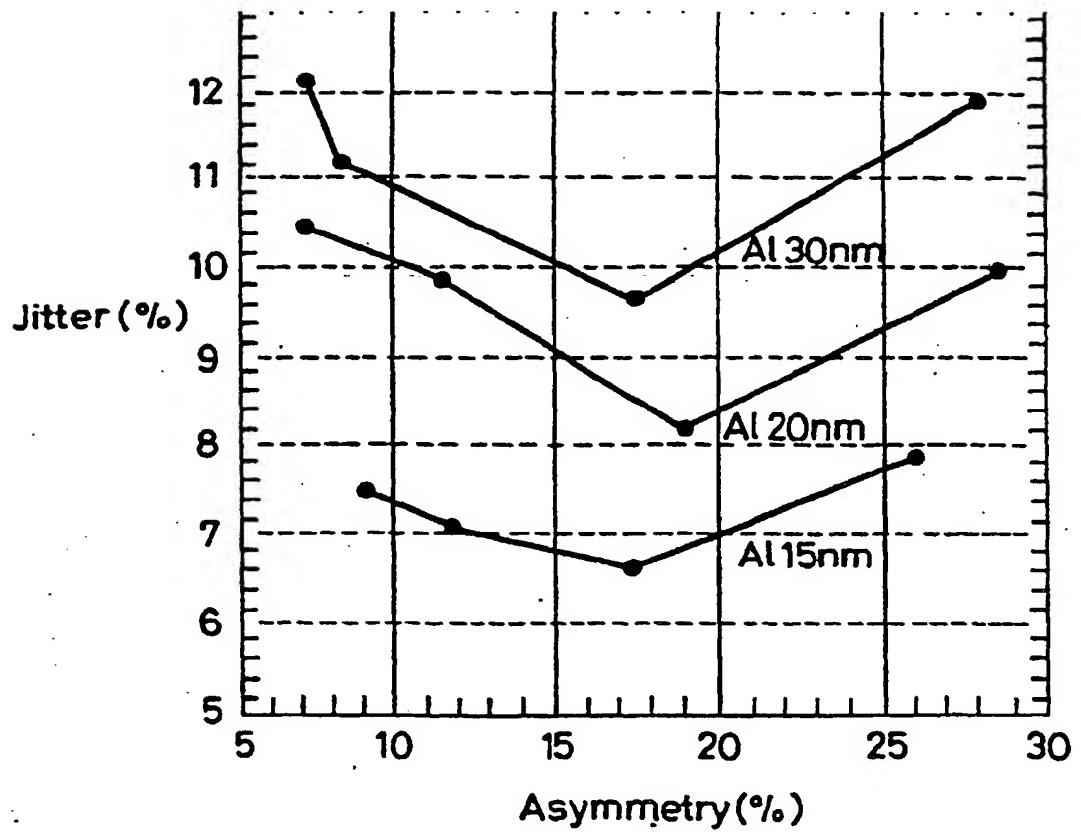


FIG. 4

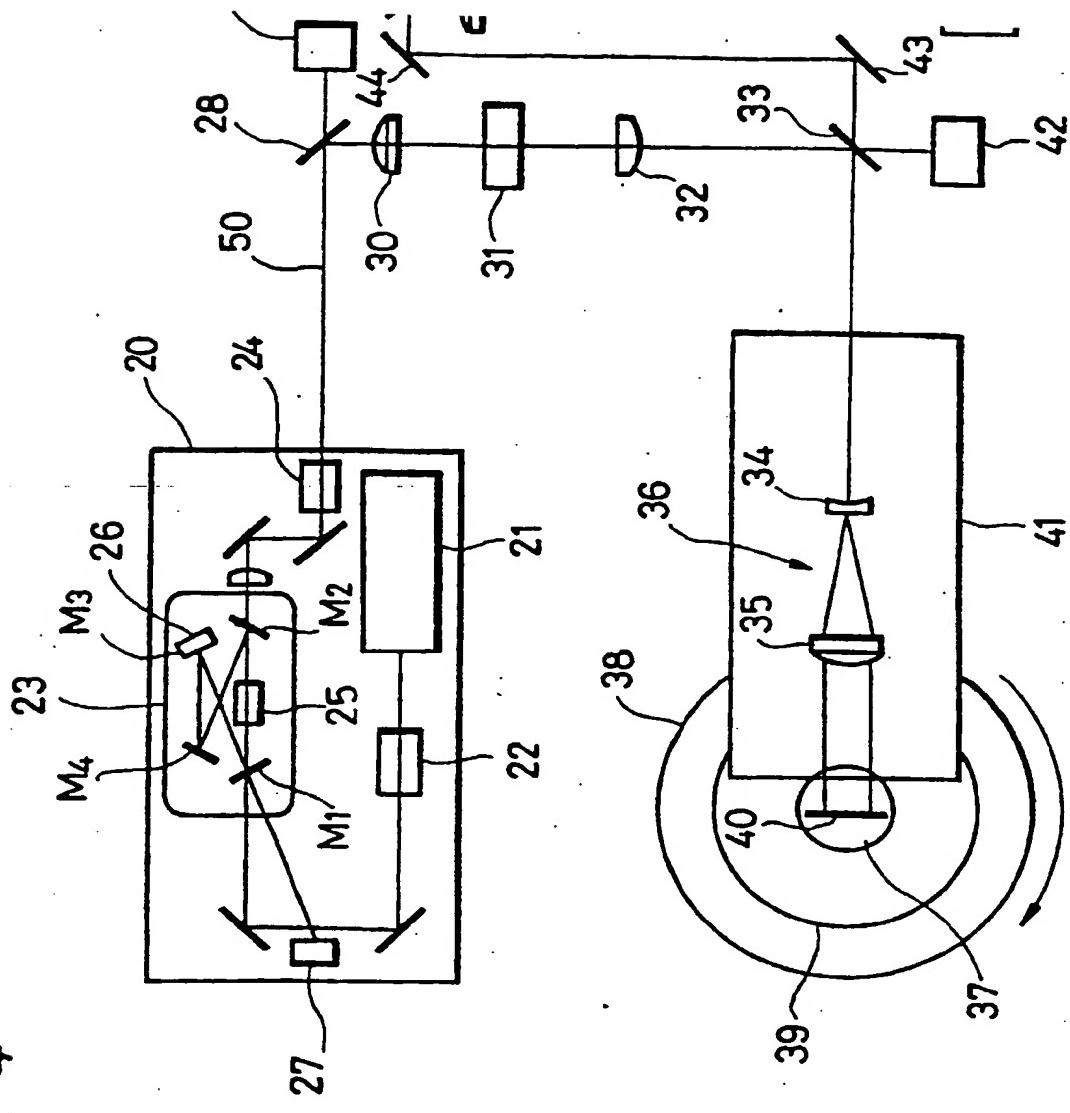


FIG. 5

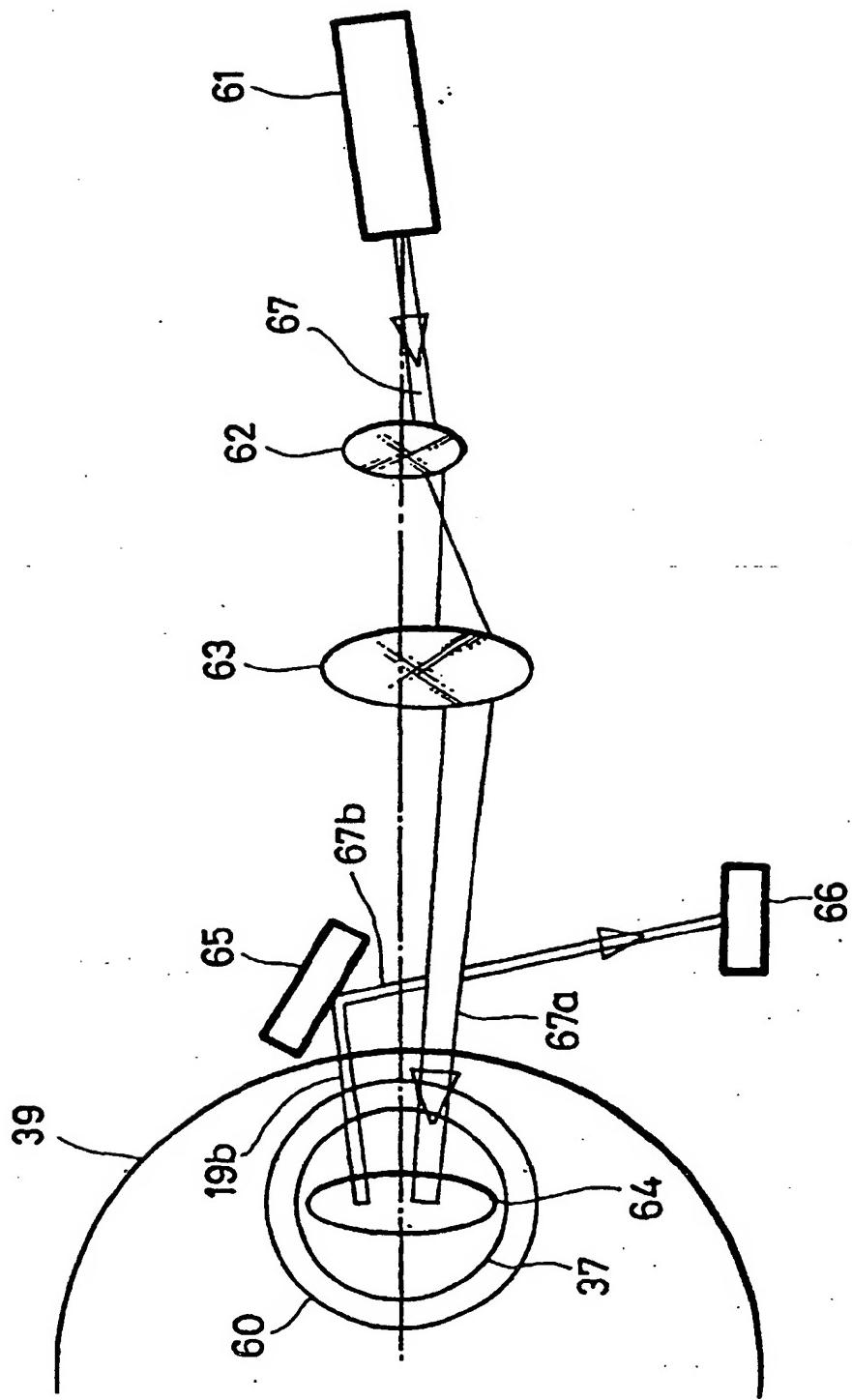


FIG. 6

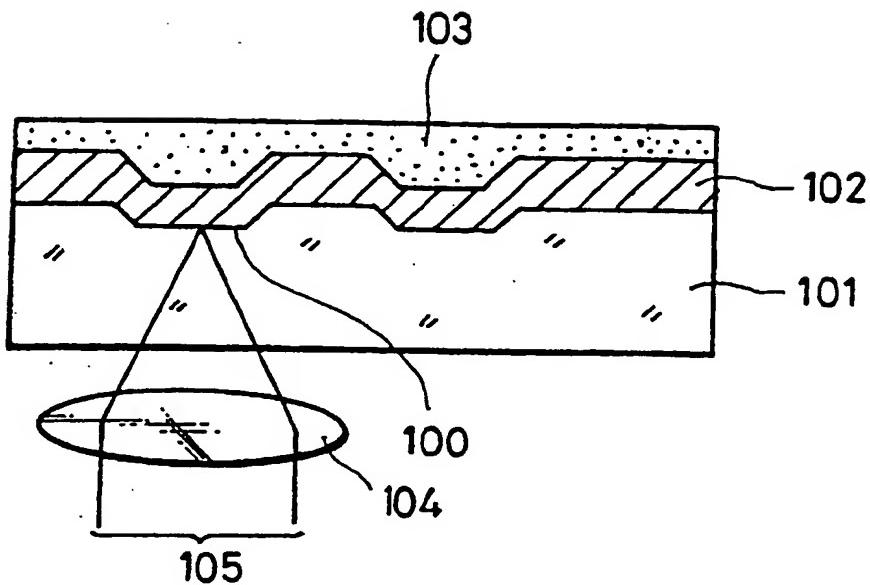


FIG. 7

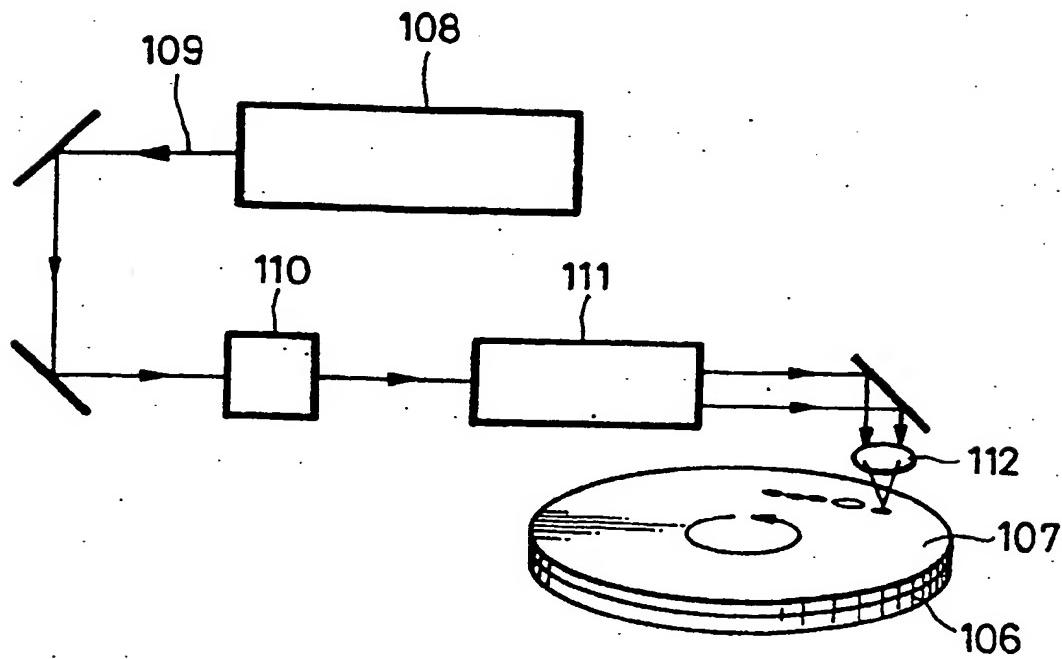


FIG. 8

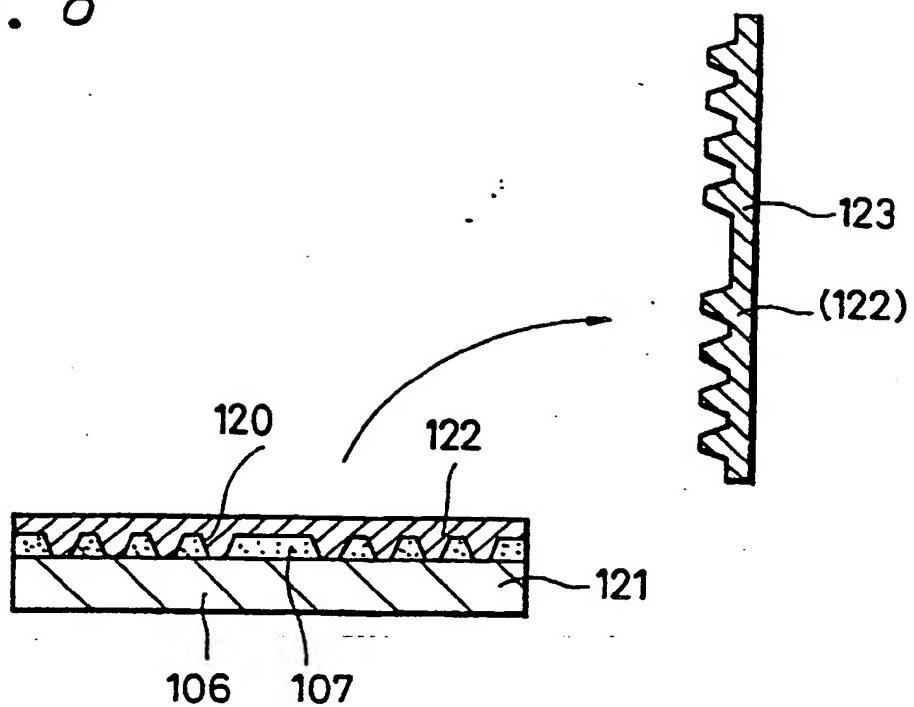
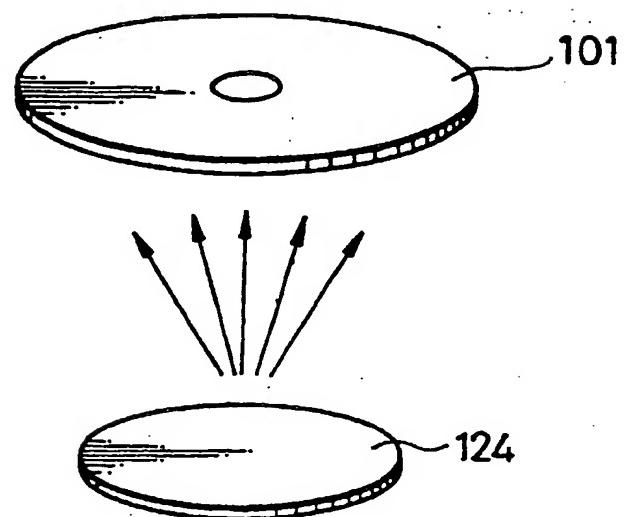


FIG. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02708

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B7/24, 7/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G11B7/24, 7/26Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 10-302321, A (Sony Corporation), 13 November, 1998 (13.11.98), Par. Nos. [0004] to [0009], [0012], [0027], Par. Nos. [0031], [0035] to [0048], [0058] & US, 6016302, A	1-15
PY	EP, 874362, A2 (SONY CORPORATION), 28 October, 1998 (28.10.98), pages 1, 2, lines 27 to 41; page 3, lines 30 to 34 FIG.19	1-15
Y	& JP, 11-7658, A (Sony Corporation) 12 January, 1999 (12.01.99) page 1; Par. Nos. [0007] to [0008], [0017]; Figs & US, 5972459, A	1-15
PY	JP, 10-255337, A (Sony Corporation), 25 September, 1998 (25.09.98), page 1; Par. No. [0033] (Family: none)	13-15

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 July, 2000 (12.07.00)Date of mailing of the international search report
25 July, 2000 (25.07.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)